

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Ульяновский государственный технический университет

Н. И. Веткасов

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
РЕГУЛИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ
КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Ульяновск 2006

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Ульяновский государственный технический университет

Н. И. Веткасов

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
РЕГУЛИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ
КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Программа и методические указания для студентов специальности
15100165 – Технология машиностроения и указания к выполнению контрольной работы студентами заочно-вечернего факультета.

Ульяновск 2006

УДК 658.362 (076)
ББК 65.9 (2) + 823 – 21я7
В91

Рецензент доктор технических наук, профессор В. В. Ефимов

Одобрено секцией методических пособий научно-методического совета университета

Веткасов, Н. И.

В91 Статистические методы регулирования и контроля качества продукции машиностроения. Программа и методические указания для студентов специальности 15100165 – Технология машиностроения и указания к выполнению контрольной работы студентами заочно-вечернего факультета / Н.И. Веткасов – Ульяновск: УлГТУ, 2006. – 32 с.

Указания составлены в соответствии с рабочей программой курса «Статистические методы регулирования и контроля качества продукции машиностроения» для студентов специальности 15100165 – Технология машиностроения заочно-вечернего факультета и включают комментарии по каждой теме курса, рекомендуемую литературу и варианты заданий к выполнению контрольной работы.

Работа подготовлена на кафедре «Технология машиностроения».

УДК 658.362 (076)
ББК 65.9 (2) + 823 – 21я7

Учебное издание

ВЕТКАСОВ Николай Иванович

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Программа и методические указания для студентов специальности
15100165 – Технология машиностроения и указания к выполнению контрольной работы
студентами заочно-вечернего факультета

Редактор Н.А. Евдокимова

Подписано в печать 14.08. 2006. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,8.

Тираж 100 экз. Заказ .

Ульяновский государственный технический университет.

432027, Ульяновск, ул. Сев. Венец, 32.

Типография УлГТУ, 432027, Ульяновск, Сев. Венец, 32.

© Н.И. Веткасов, 2006

© Оформление. УлГТУ, 2006

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЪЕМ И ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТАМИ ЗАОЧНО-ВЕЧЕРНЕЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ	5
2. ТЕМЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	26
ПРИЛОЖЕНИЯ	28
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ	29
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. БЛАНК ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ	30
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ..	31

ВВЕДЕНИЕ

«Статистические методы регулирования и контроля качества продукции машиностроения» – одна из дисциплин по выбору в блоке специальных дисциплин, изучаемых студентами в рамках обучения по специальности 15100165 – Технология машиностроения.

Статистические методы управления качеством являются обязательным элементом современных систем менеджмента качества, внедряемых на российских предприятиях, конкурентоспособность которых во многом зависит от умения персонала предприятия на практике применять эти методы.

Целью преподавания дисциплины является расширение технической эрудиции студентов и приобретение ими комплекса специальных знаний и умений, необходимых для проектирования и организации надежных и стабильных производственных процессов, обеспечивающих изготовление высококачественной продукции.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- овладение умением оценивать влияние различных производственных факторов на качество выпускаемой продукции и находить пути его повышения;
- усвоение методик проведения статистического приемочного контроля по альтернативному и количественному признакам;
- усвоение методик регулирования технологических процессов, обеспечивающего гарантированный выпуск высококачественной продукции.

Решению этих задач служит, в частности, выполнение студентами заочно-вечернего факультета контрольной работы по статистическим методам регулирования и контроля качества продукции, содержание которой представлено в предлагаемых методических указаниях. Выполнение контрольной работы должно помочь студентам лучше усвоить теоретический материал, продемонстрировать умение применять основные теоретические положения к решению конкретных практических задач управления качеством выпускаемой продукции. Вопросы контрольной работы охватывают основные разделы курса. Для облегчения усвоения изучаемого материала в методических указаниях приведены программа курса, темы подлежащие изучению, с аннотированными пояснениями к ним и указанием литературных источников, которые будут полезны студентам при изучении курса «Статистические методы регулирования и контроля качества продукции машиностроения». Это не исключает возможности использования литературы, не указанной в списке, технической и другой документации.

1. ОБЪЕМ И ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТАМИ ЗАОЧНО-ВЕЧЕРНЕЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Контрольную работу выполняют и представляют на рецензию в форме пояснительной записки (ПЗ) объемом, как правило, 12 – 14 страниц рукописного текста, включая рисунки и таблицы.

Пояснительную записку печатают на принтере через 1 интервал на листах белой бумаги формата А4 (210×297 мм). Текст записки печатают на одной или обеих сторонах листа с оставлением полей: слева – 30 мм, справа – 10 мм, сверху и снизу – 20 мм. При использовании оборотной стороны листа поле 30 мм оставляют с правой стороны, а 10 мм – с левой.

ПЗ должна иметь обложку из ватмана или тонкого картона, на которой выполняют надпись по образцу, представленному в приложении 1. Записку брошюруют любым доступным способом, но после брошюровки не должны выступать острые концы пластиковых или металлических скоб, спиралей и т.д.

Текст записки делят на разделы в соответствии с рассматриваемыми вопросами (темами). Разделы нумеруют арабскими цифрами. Введение не нумеруют. После номера раздела ставят точку. После названия раздела точку не ставят. Текст раздела можно разделять на подразделы, которые нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела должен включать номера раздела и подраздела, разделенные точкой (например «2.3.», «3.1.» и т.п.).

В заголовках разделов и подразделов не должно быть переносов слов. Заголовки подразделов следует писать, отступив три строчки от предыдущего текста. Отступив строку после заголовка, начинают писать текст подраздела.

По всему тексту ПЗ следует соблюдать единство терминологии. Размерность одного и того же параметра в пределах ПЗ должна быть постоянной.

Математические формулы должны быть написаны отчетливо. В экспликациях значения символов и числовых коэффициентов приводят непосредственно под формулой с указанием размерности и в той последовательности, в какой они даны в формуле. Первую строку экспликации начинают со слова «где», двоеточие после которого не ставят.

Иллюстрации в записке (рисунки, схемы и т.п.) и таблицы располагают по тексту ПЗ после первого упоминания о них, снабжают пояснительными надписями и номерами, на которые делают ссылки в тексте. Рисунки нумеруют последовательно арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах всей ПЗ.

Все иллюстрации именуют рисунками (сокращенно «Рис.»). Каждый рисунок сопровождают содержательной надписью, которую располагают под рисунком после его номера. Здесь же дают расшифровку условных обозначений, принятых на рисунке. Рисунки должны быть аккуратно выполнены карандашом,

тушью или средствами машинной графики. Не допускается выполнение схем или эскизов от руки. Допускается выполнение рисунков на отдельной странице.

Каждая таблица должна иметь заголовок, поясняющий суть материала, представленного в таблице. Заголовок помещают над таблицей и начинают с прописной буквы. Таблицы нумеруют последовательно арабскими цифрами порядковой нумерации в пределах всей ПЗ. Номер таблицы размещают перед ее заголовком. В тексте ПЗ слово «таблица» пишут в сокращенном виде (например, «см. табл. 2»).

Нумерация страниц записки должна быть сквозной: первой страницей является титульный лист, второй – содержание, третьей – введение и т.д. Номер просят, начиная со второй страницы, арабскими цифрами в правом верхнем углу или в середине страницы в случае, если ПЗ написана на обеих сторонах листа.

Все ссылки на использованные литературные источники дают по тексту ПЗ в квадратных скобках с указанием номера по библиографическому списку (например [2], [5] и т.п.).

Библиографический список включают в сквозную нумерацию страниц и оформляют в соответствии с общепринятыми правилами. Литературные источники располагают в списке, как правило, в алфавитном порядке. В качестве примера можно рассматривать список литературы в настоящих методических указаниях.

Задание на контрольную работу оформляется на бланках установленной формы (см. приложение 2) и состоит из пяти разделов. В разделе 1 указывают наименование детали, для контроля качества которой необходимо разработать методику проведения СПК по альтернативному признаку, в разделе 2 приводят значение параметра детали, для контроля которого необходимо разработать методику проведения СПК по количественному признаку. Раздел 3 включает информацию о параметре детали, для которого необходимо разработать методику регулирования ТП на основе количественных данных и построить контрольную карту. В разделе 4 указывают наименование детали, для которой необходимо разработать методику регулирования ТП на основе альтернативных данных и построить контрольную карту. В разделе 5 приводят значение контролируемого параметра детали, для которого необходимо построить либо диаграмму рассеивания, либо диаграмму Исикавы, либо гистограмму. В конце задания указывают дату его выдачи. Подписывают задание преподаватель и исполнитель – студент. Кроме задания преподаватель и студент подписывают титульный лист (приложение 2) окончательно оформленной контрольной работы.

При разработке задания на контрольную работу следует, по возможности, использовать в качестве объекта контроля детали с производства, где работает студент. В этом случае студент может воспользоваться при выполнении соответствующих разделов задания конкретными данными реального производства.

2. ТЕМЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень тем дисциплины «Статистические методы регулирования и контроля качества продукции машиностроения» и краткие методические указания по темам изложены в порядке их нумерации в табл. 1.

Тема 1. Эта тема выполняет функцию введения в дисциплину «Статистические методы регулирования и контроля качества продукции машиностроения».

Таблица 1

Содержание основных тем курса

Те- ма	Название темы	Содержание темы	Реко- мендуе- мая ли- тература
1	2	3	4
1	Статистические методы управления качеством продукции	Основные понятия. Статистический приемочный контроль качества продукции. Статистическое регулирование технологических процессов. Дефект и несоответствие продукции. Групповые показатели качества продукции. Риски поставщика и потребителя. Степени доверия потребителя поставщику. Планы и схемы выборочного контроля. Допустимые планы и схемы контроля поставщика и потребителя. Оперативная характеристика плана выборочного контроля. «Запас количества по качеству». Скидки с оптовой цены. Формирование выборки продукции.	1 – 4
2	Статистический приемочный контроль качества продукции по альтернативному признаку	Основные понятия. Область применения статистического приемочного контроля по альтернативному признаку. Исходные данные для разработки допустимых планов контроля поставщика и потребителя. Методики проведения статистического приемочного контроля поставщика и потребителя.	1 – 5

1	2	3	4
3	Статистический приемочный контроль качества продукции по количественному признаку	Основные понятия. Необходимые условия для применения статистического приемочного контроля по количественному признаку. Исходные данные для разработки допустимых планов контроля поставщика и потребителя. Методики проведения статистического приемочного контроля поставщика и потребителя. Оценка возможности проведения статистического приемочного контроля поставщика при двух заданных предельных значениях контролируемого параметра. Определение минимального объема выборки при контроле поставщика.	1 – 5
4	Статистические методы анализа качества производственных процессов	Контрольные листки для сбора информации о качестве процессов и продукции. Диаграмма Парето. Диаграмма причин и результатов (диаграмма Исикавы). Диаграмма рассеивания. Гистограммы. Сравнение гистограмм с полем допуска на контролируемый параметр. Диаграммы потока процессов.	1 – 5
5	Статистические методы регулирования технологических процессов в машиностроении	Контрольные карты по количественному и альтернативному признакам. Построение ($\bar{X} - R$) – карты на основе количественных данных. Построение $np -$ карты на основе альтернативных данных. Чтение контрольных карт.	1 – 5

В любой системе управления статистические методы имеют особое значение и относятся к числу наиболее прогрессивных методов обеспечения качества выпускаемой продукции. Их можно разделить на две основные группы: статистические методы контроля качества продукции и статистические методы регулирования технологических процессов (ТП).

Статистический приемочный контроль качества продукции (СПК) – выборочный контроль качества продукции, основанный на применении методов математической статистики для проверки соответствия качества партии продукции установленным требованиям и принятия решения. Основная идея такого контроля заключается в том, что о качестве контролируемой партии

продукции судят по значениям характеристик малой выборки этой партии. Результаты контроля являются основанием для отклонения партий, засоренность которых дефектными изделиями превышает уровень, регламентируемый нормативно-технической документацией для нормального хода производства. Под нормальным ходом производства понимают такое его состояние, при котором не нарушаются требования стандартов, технологической документации и производственных инструкций.

Статистическое регулирование ТП – корректирование значений ТП по результатам выборочного контроля контролируемых параметров, осуществляемое для технологического обеспечения требуемого уровня качества продукции при помощи точечных проб и выборок.

Следует различать два понятия: дефект и несоответствие. **Дефект** – невыполнение установленной или предполагаемой пользовательской потребности. **Несоответствие** – невыполнение установленного требования.

Для оценки уровня несоответствия партии продукции требованиям к ее качеству используют групповой показатель, который может быть выражен либо в виде процента несоответствующих единиц продукции, либо в виде числа несоответствий на сто единиц продукции. **Процент несоответствующих единиц продукции** – число несоответствующих единиц продукции, среди предъявленных на контроль, деленное на общее число предъявленных единиц продукции и умноженное на 100 %.

Число несоответствий на 100 единиц продукции – число несоответствий, содержащихся в предъявленных единицах продукции, деленное на общее число предъявленных единиц продукции и умноженное на 100. Для определения возможности выпуска и поставки партии продукции потребителям, а также для принятия решения о возврате партии и предъявлении претензий потребителем поставщику используют **нормативное значение группового показателя качества продукции NQL** – граничное значение группового показателя, определяющее критерий качества партии продукции.

Принятию решения о соответствии или несоответствии партии продукции установленным требованиям предшествует разработка плана или схемы статистического приемочного контроля. **План статистического приемочного контроля** – совокупность правил и порядка формирования выборок определенных объемов, получения данных контроля, их обработки, а также правил принятия решений о соответствии или несоответствии партии продукции требованиям к групповым показателям качества. **Схема статистического приемочного контроля** – совокупность планов СПК различной степени жесткости и правил переключения с одного плана на другой, основанных на использовании дополнительной информации. Под правилом переключения понимают правило перехода от одного плана (схемы) контроля к другому. В качестве дополнительной

применяют любую информацию, дополняющую данные выборочного контроля предъявленной партии продукции и позволяющую повысить достоверность принимаемых по результатам СПК решений, либо при заданной достоверности принимаемых решений уменьшить затраты на проведение СПК.

Для обеспечения объективности выборочного контроля потребитель и поставщик должны разрабатывать и применять допустимые планы контроля. **Допустимый план контроля поставщика** должен удовлетворять ограничению на риск потребителя при контроле поставщика. **Допустимый план контроля потребителя** должен удовлетворять ограничению на риск поставщика при контроле потребителя. **Под риском поставщика α** понимают вероятность принятия по результатам контроля решения о несоответствии партии продукции требованиям к ее качеству при значении группового показателя качества, равном приемочному уровню. **Риск потребителя β** – вероятность принятия по результатам контроля решения о соответствии партии продукции требованиям к ее качеству при значении группового показателя качества, равном браковочному уровню. **Под риском потребителя при контроле поставщика β** понимают максимальную вероятность принятия по результатам контроля поставщика решения о соответствии партии продукции, не соответствующей требованиям к ее качеству, при заданном поставщиком плане контроля. **Приемочный и браковочный уровни** выполняют роль вспомогательных значений группового показателя качества продукции, вводимые для целей анализа и выбора планов контроля.

При установлении нормативного значения несоответствий критического характера поставщик в одностороннем порядке по согласованию с потребителем (в контракте) может увеличить объемы поставляемых партий за свой счет на определенное количество изделий, т. е. создать «запас количества по качеству» ΔN , который может быть рассчитан по формуле [6]

$$\Delta N = N \cdot q_0 \cdot \beta_0,$$

где N – объем партии, шт.; q_0 – нормативное значение процента несоответствующих изделий критического характера; β_0 – нормативное значение риска потребителя при контроле поставщика.

Для несоответствий других классов целесообразно использовать скидки с оптовой цены пропорционально нормативным значениям долей этих несоответствий, при расчете которой нужно учитывать, что фактический уровень несоответствий q_f , как правило, существенно меньше нормативного. В расчетах можно использовать формулу [6]

$$q_f = q_0 \cdot \beta_0.$$

Формирование выборки из партии продукции проводят в соответствии с методикой, приведенной в работе [5].

Тема 2 посвящена проведению СПК по альтернативному (качественному) признаку. При изучении этой темы следует иметь в виду, что контроль по альтернативному признаку менее информативен, чем контроль по количественному признаку, поэтому он требует большего объема выборки при одних и тех же рисках поставщика и потребителя. Однако преимуществом этого метода является простота и оперативность его проведения, т. к. при этом не требуется сложных вычислений, сложных средств измерений и высококвалифицированных специалистов [5]. СПК по альтернативному признаку можно осуществлять с помощью как простейших (шаблонов, калибров – пробок и скоб, и т.п.), так и более сложных средств измерений, в том числе автоматических. Контроль можно проводить с классификацией несоответствующих единиц продукции или несоответствий по их значимости на критические, значительные и мало-значительные (по ГОСТ 15647–79*). Методика проведения СПК по альтернативному признаку приведена в работе [5].

Тема 3. В этой теме рассматриваются вопросы разработки допустимых планов и порядок проведения СПК по количественному признаку поставщика и потребителя. При изучении этой темы в первую очередь необходимо обратить внимание на условия, при одновременном выполнении которых возможно проведение СПК по количественному признаку поставщика и потребителя:

1) в технических требованиях (технологической документации) на изделие для измеряемого при контроле показателя качества установлены наибольшее или наименьшее предельное значение показателя или оба предельных значения;

2) для показателя качества и установленных предельных значений в договоре (контракте) на поставку указан критерий качества партий в виде нормативного уровня несоответствий NQL;

3) процедуру контроля применяют к одиночной партии дискретных изделий;

4) контроль проводят по одному количественно измеряемому показателю качества изделий;

5) производство стабильно и значения показателя качества изделий распределены по признаваемому обеими сторонами нормальному закону распределения;

6) стандартное отклонение известно и согласовано сторонами (проверка гипотезы о значении стандартного отклонения по ГОСТ Р 50779.21 – 96);

7) представляемые на контроль партии формируются по тем же правилам, которые применялись к совокупности изделий для оценки и согласования значения стандартного отклонения и нормальности распределения.

При двухсторонних ограничениях на значение показателя качества (в технической документации на продукцию установлены наименьшее «а» и наи-

большее «b» предельные значения) необходимо оценить возможность проведения процедуры СПК поставщика. Для обеспечения вероятности приемки партий не менее 0,95 при контроле поставщика проводят проверку правильности установления объема выборки при известной оценке среднего арифметического значения показателя качества μ . Методика проведения СПК по количественному признаку приведена в работе [5].

Тема 4 посвящена изучению вопросов применения статистических методов управления производственными процессами, которые можно разделить на три категории [2]:

- методы высокого уровня сложности, которые используются разработчиками систем управления предприятиями или процессами. К ним относятся методы кластерного анализа, адаптивные робастные статистики и др.;
- методы специальные, которые применяются при разработке операций контроля, планирования промышленных экспериментов, при расчетах на надежность и т.д.;
- методы общего назначения, которыми должны владеть все работники предприятия, имеющие отношение к качеству и называемые «семь простых методов анализа».

Основное внимание в этой теме уделено «простым методам», как наиболее часто применяемым на практике и рекомендуемым стандартами по качеству: контрольные листки; диаграммы Парето; диаграммы причин и результатов; гистограммы; диаграммы рассеивания; контрольные карты и диаграммы (блок-схемы) потока процессов.

Эффективным инструментом для сбора и автоматического упорядочения данных является **контрольный листок** – бумажный бланк, на котором заранее напечатаны контролируемые параметры, с тем, чтобы можно было легко и точно записать данные измерений. Его применение позволяет облегчить процесс сбора данных и дальнейшего использования собранной информации. Существует большое количество типов контрольных листков в зависимости от назначения сбора информации: контрольный листок для регистрации видов дефектов, контрольный листок причин дефектов, контрольный листок локализации дефектов, контрольный листок для регистрации распределения измеряемого параметра и др.

Одним из наиболее распространенных на практике методов выявления наиболее значимых (по затратам) дефектов является **анализ Парето** [2]. Сущность анализа Парето заключается в выявлении таких дефектов, на поиске причин которых необходимо сосредоточить особое внимание. При этом действует правило Парето, что 80% всех дефектов вызвано небольшим числом причин. Очевидно также, что для производителей важно прояснить картину распределения дефектов и потерь, вызванных отбраковкой продукции, где эти де-

фекты проявятся. При этом важно устранить причины наиболее многочисленных дефектов. Но в отдельных ситуациях еще важнее выявить причины появления пусть немногочисленных, но приводящих к большим производственным издержкам дефектов. Для этого применяется диаграмма Парето (рис. 1). Кумулятивная кривая, приведенная на графике, носит название *кривой Парето*. Из диаграммы видно, что накопленные 80 % соответствуют трем видам дефектов: деформации (Г), царапины (Б) и трещины (А). Именно причины этих дефектов в первую очередь необходимо определить и устранить.

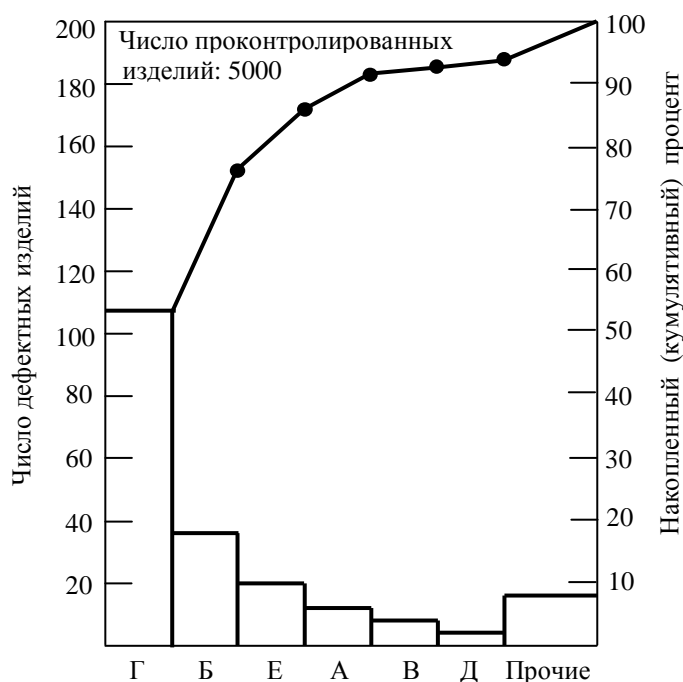


Рис. 1. Диаграмма Парето по типам дефектов: А – трещины; Б – царапины; В – пятна; Г – деформация; Д – разрыв; Е – раковины

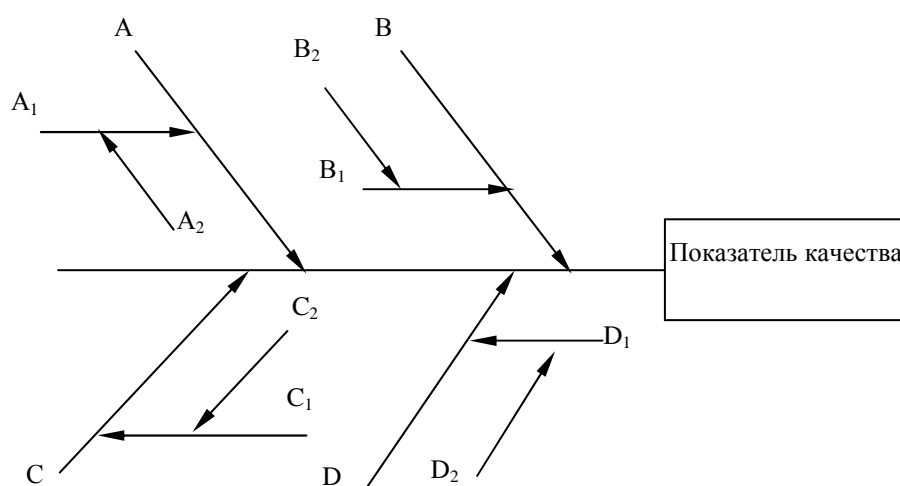


Рис. 2. Причинно-следственная диаграмма с разделением причин по уровням [2]: А, В, ..., D – главные причины; А₁, В₁, ..., D₁ – причины второго уровня; А₂, В₂, ..., D₂ – причины третьего уровня и т. д.

Причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы) позволяет выявить и систематизировать взаимосвязь между показателями качества и воздействующими на них факторами (точность и жесткость технологического оборудования, физико-механические свойства материала обрабатываемой заготовки, квалификация рабочего и др.). Японский ученый Каору Исикава первым предложил методику поиска причин, вызывающих вариацию показателей качества, которая получила название «диаграммы Исикавы» (см. рис. 2). Эта диаграмма имеет еще несколько названий: диаграмма причин и результатов, диаграмма «речных притоков», диаграмма «рыбий скелет». Последние два названия связаны с графической интерпретацией диаграммы.

При анализе и регулировании ТП часто возникает необходимость выявления зависимости между отдельными показателями процесса. Например, при обработке резанием важно знать зависимость шероховатости обработанной поверхности от величины подачи или оценить зависимость погрешности формы обрабатываемой поверхности от жесткости технологической системы. Для изучения зависимости между двумя переменными на практике применяют так называемые **диаграммы рассеивания** (рис. 3).

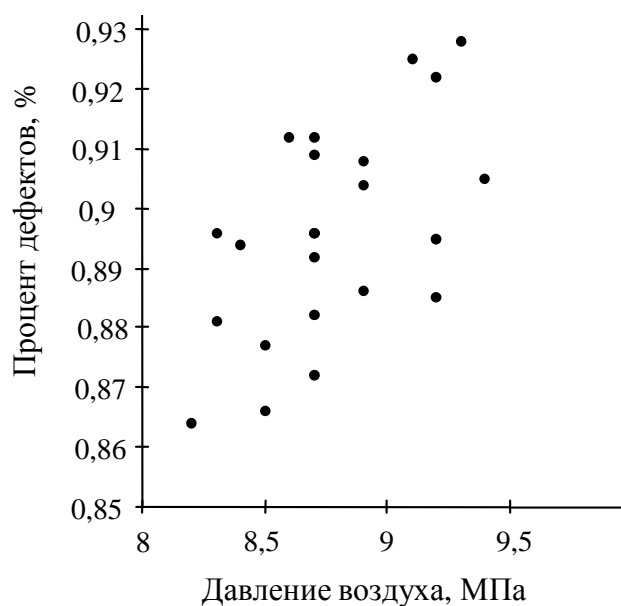


Рис. 3. Диаграмма рассеивания

Диаграмму рассеивания строят для двух статистически связанных между собой переменных. В этом случае ряду изменяющихся значений x соответствует ряд изменяющихся значений y . Такого рода статистическая зависимость между переменными называется корреляционной. Виды корреляционных зависимостей между переменными могут быть линейными и нелинейными, положительными или отрицательными. Возможны ситуации, когда между переменными

ми невозможно установить какую-либо зависимость. Наглядная оценка диаграммы рассеивания носит предварительный характер. Для более точной оценки зависимости между переменными проводится математическая обработка массива парных данных, т. е. корреляционный анализ, по результатам которого определяется значение коэффициента корреляции r . Следует отметить, что коэффициент корреляции принимает значения в диапазоне $-1 < r < 1$. Можно уверенно считать, что корреляция существует при коэффициенте корреляции r больше $|0,6|$.

В результате возникновения случайных погрешностей при обработке партии заготовок на настроенных станках действительный размер каждой заготовки является случайной величиной и может принимать любые значения в границах определенного интервала. Совокупность значений действительных значений размеров заготовок, обработанных при неизменных условиях и расположенных в возрастающем порядке с указанием частоты повторения этих размеров или частостей, называется **распределением** размеров заготовок в партии. Под частотой понимают отношение числа заготовок одного размера к общему числу заготовок в партии. Распределение действительных размеров заготовок можно представить графически в виде **гистограммы распределения**, которая представляет собой ступенчатую линию (рис. 4). Для построения гистограммы измеренные действительные значения заготовок разбивают на интервалы таким образом, чтобы цена интервала (разность между наибольшим и наименьшим размерами в пределах одного интервала) была несколько больше цены деления измерительного устройства. Этим компенсируется погрешность измерения. Частость в этом случае представляет собой отношение числа m заготовок, действительные размеры которых попали в данный интервал, к общему числу заготовок в выборке n . При построении гистограммы по оси абсцисс откладывают интервалы размеров, а по оси ординат соответствующие им частоты m или частости m/n . Затем в каждом интервале строят прямоугольники, высота которых соответствует частоте или частости попадания размеров заготовок в интервал. Построенная таким образом столбчатая диаграмма и есть гистограмма. Последовательным соединением между собой точек, соответствующих серединам интервалов по верхним полкам прямоугольников, получают ломаную кривую, которая носит название эмпирической кривой распределения или **полигона распределения**. При увеличении количества интервалов и уменьшении их размеров ломаная эмпирическая кривая распределения приближается по форме к плавной кривой, именуемой кривой распределения. Для построения гистограммы рекомендуется измеренные действительные размеры заготовок разбивать не менее чем на шесть интервалов при общем числе измеренных заготовок не меньше 50.

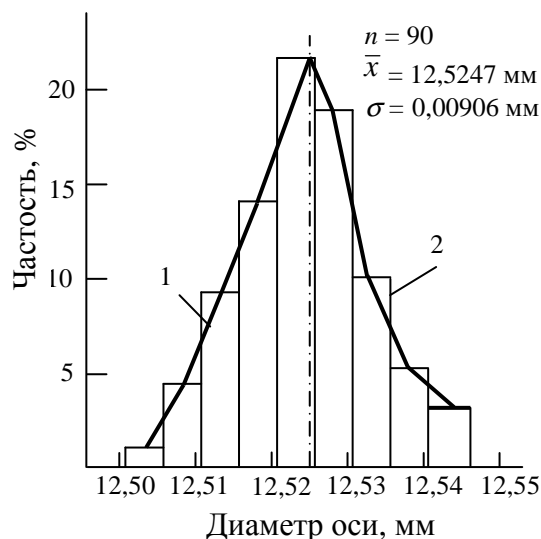


Рис. 4. Распределение измеренных диаметров осей: 1 – полигон распределения; 2 – гистограмма

Анализ построенной гистограммы позволяет сравнить поле рассеивания контролируемого параметра ω с полем допуска T и оценить их взаимное положение. При этом возможны пять типичных вариантов взаимного расположения полей допуска T и рассеивания ω [2]:

- поле рассеивания значительно меньше поле допуска ($\omega < T$). ТП протекает нормально, требуется только поддерживать существующее состояние;
- поле рассеивания равно или немного меньше поля допуска ($\omega = T$). ТП протекает нормально, но нет запаса надежности. Можно провести мероприятия по уменьшению поля рассеивания, если затраты на эти мероприятия будут меньше, чем потери от возможного брака;
- поле рассеивания меньше поля допуска, но смещено влево (или вправо) от границы поля допуска. Процесс протекает ненормально, связан с воздействием специальных причин вариаций, нужно добиться смещения середины поля рассеивания ω к центру поля допуска T ;
- поле рассеивания больше поля допуска ($\omega > T$) и размещено симметрично относительно центра поля допуска. Процесс протекает ненормально, связан с воздействием общих причин вариаций, необходимо провести мероприятия по снижению поля рассеивания ω ;

- поле рассеивания больше поля допуска ($\omega > T$) и смещено относительно середины поля допуска T . Процесс протекает ненормально, необходимо ликвидировать воздействие как общих, так и специальных причин вариаций.

По результатам такого сравнения можно сделать предварительное заключение об устойчивости ТП и в случае необходимости наметить мероприятия по ее повышению. Более точную оценку устойчивости ТП можно выполнить, используя индексы возможности процесса с учетом C_{pk} и без учета C_p настроенности процесса на середину поля допуска:

$$C_p = (USL - LSL) / 6s;$$

$$C_{pk} = \min \{[(USL - \bar{X}) / 3s]; [(\bar{X} - LSL) / 3s]\},$$

где USL , LSL – соответственно наибольшее и наименьшее значения контролируемого параметра заготовки, мм; s – оценка среднего квадратического отклонения, мм; \bar{X} – среднее арифметическое значение контролируемого параметра, мм.

Повышение качества ТП может быть достигнуто путем построения **диаграммы (блок-схемы) потока процессов (ДПП)**, тщательный анализ которой позволяет выявлять и устранять причины несоответствий показателей процесса установленным требованиям (рис. 5). Во многих случаях эти несоответствия заложены в нарушении последовательности операций (или переходов) или подмене звеньев процесса. Очевидно, что оценка несоответствий возможна только в случае анализа реального процесса. Обычно для построения и дальнейшего анализа блок-схемы процесса привлекаются лица, в нем задействованные, т. е. исполнители процесса. В то же время причины несоответствий могут быть заложены и в проектной схеме процесса, и возможное изменение его последовательности или замена отдельных операций или переходов может стабилизировать ТП.

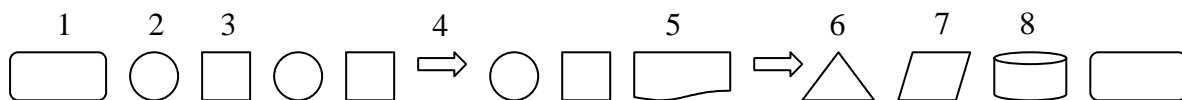


Рис. 5. Диаграмма потоков процессов

Желательно в диаграмме воспроизвести все элементы ТП, в том числе места, в которых принимаются решения, а также порядок документирования той или иной операции, наличие базы данных или появление дополнительной информации о процессе. Таким образом, диаграмма потока процесса – не просто перечень и последовательность технологических операций и переходов, но и сопровождающая их технологическая и контрольная информация. Анализируя ДПП, желательно ответить на ряд следующих вопросов:

- можно ли изменить ту или другую операцию за счет применения другой технологии, оборудования или изменения методов работы;
- можно ли сократить время процесса;

- можно ли сократить затрачиваемые ресурсы;
- можно ли уменьшить число транспортировок;
- можно ли совместить операции и т. д.

Для снижения затрат при отладке ТП важно не дожидаться появления несоответствий в реальном процессе, а провести анализ блок-схемы процесса еще в проектном варианте.

Тема 5 содержит основные сведения о статистических методах управления ТП.

Статистическое управление ТП и корректировку его параметров осуществляют путем предупредительного выборочного контроля продукции в процессе ее изготовления. Основным преимуществом статистического управления ТП является то, что оно позволяет обнаружить дефектные изделия не тогда, когда изделия уже изготовлены и на их изготовление затрачены материальные средства, а когда изделия находятся в производстве, и имеется время скорректировать ТП до того как он выйдет из-под контроля. Задача статистического управления ТП – обеспечение и поддержание процессов на приемлемом и стабильном уровне, гарантируя соответствие продукции установленным требованиям. Главный статистический инструмент, используемый для этого, – контрольная карта. Использование контрольных карт и их тщательный анализ ведут к лучшему пониманию и совершенствованию процессов.

Контрольная карта – графический способ представления и сопоставления информации, основанной на последовательности выборок, отражающих текущее состояние процесса, с границами, установленными на основе внутренней присущей процессу изменчивости (рис. 6). Она имеет центральную линию CL , соответствующую эталонному значению характеристики, в качестве которого обычно служит среднее арифметическое рассматриваемых данных. Кроме того контрольная карта имеет две статистически определяемые контрольные границы относительно центральной линии, которые называются верхней UCL и нижней LCL контрольными границами.

Верхняя и нижняя границы на контрольной карте находятся на расстоянии 3σ от центральной линии, где σ – генеральное стандартное отклонение используемой статистики. Изменчивость внутри подгрупп является мерой случайных вариаций. Для получения оценки σ вычисляют выборочное стандартное отклонение или умножают выборочный размах на соответствующий коэффициент. Границы $\pm 3\sigma$ указывают, что около 99,7 % значений характеристики подгрупп попадут в эти пределы при условии, что процесс находится в статистически управляемом состоянии. Другими словами, есть риск, равный 0,3 % (или в среднем три на тысячу случаев), что нанесенная точка окажется вне контрольных границ, когда процесс стабилен. Употребляется слово «приблизительно», поскольку отклонения от исходных предположений, таких как вид распределения данных, будут влиять на значения вероятности.

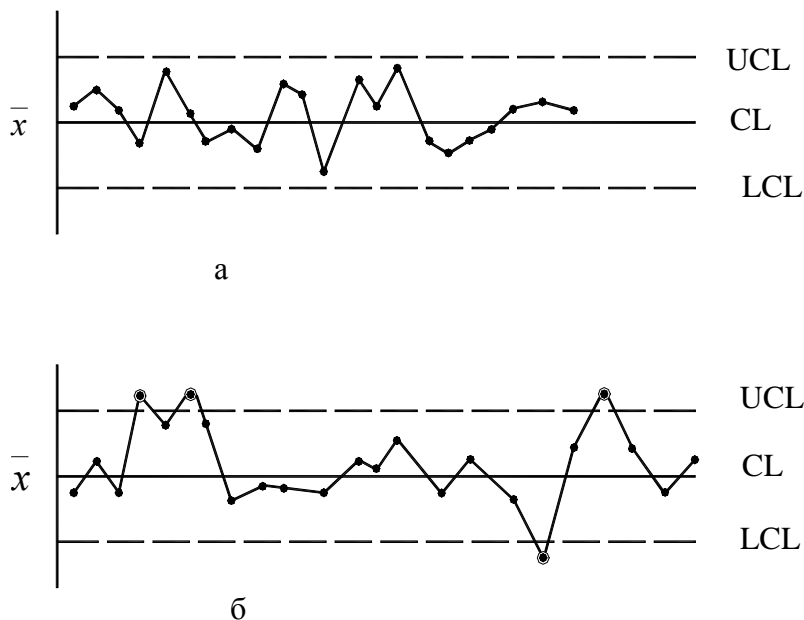


Рис. 6. Примеры контрольных карт: а – управляемое состояние процесса; б – неуправляемое состояние процесса

Контрольные карты бывают двух основных типов: для количественных и альтернативных данных.

Контрольные карты для количественных данных:

- карты среднего (\bar{X}) и размахов (R) или выборочных стандартных отклонений (s);
- карта индивидуальных значений (\bar{X}) и скользящих размахов (R);
- карта медиан (Me) и размахов (R).

Контрольные карты для альтернативных данных:

- карта долей несоответствующих единиц продукции (p) или карта числа несоответствующих единиц (np);
- карта числа несоответствий (c) или карта числа несоответствий, приходящихся на единицу продукции (u).

Количественные данные представляют собой наблюдения, полученные с помощью измерения и записи значений некоторой характеристики для каждой единицы, рассматриваемой в подгруппе, например размер в миллиметрах. Карты для количественных данных – это классические контрольные карты, применяемые для управления процессами.

Контрольные карты для количественных данных имеют следующие преимущества:

- большинство процессов и их продукция на выходе имеют характеристики, которые могут быть измерены, так что применимость таких карт потенциально широка;

– измеренное значение содержит больше информации, чем простое утверждение «да – нет»;

– характеристики процесса могут быть проанализированы безотносительно установленных требований. Карты запускаются вместе с процессом и дают независимую картину того, на что процесс способен. После этого характеристики процесса можно сравнивать с установленными требованиями;

– хотя получение количественных данных дороже, чем альтернативных, объемы подгрупп для количественных данных почти всегда гораздо меньше и при этом намного эффективнее. Это позволяет в некоторых случаях снизить общую стоимость контроля и уменьшить временной разрыв между производством продукции и корректирующим воздействием.

Для контрольных карт, использующих количественные данные, предполагается нормальное (гауссово) распределение для вариаций внутри выборок.

Карты для количественных данных отражают состояние процесса через разброс (изменчивость от единицы к единице) и через расположение центра (среднее процесса). Поэтому контрольные карты для количественных данных почти всегда применяют и анализируют парами - одна карта для расположения и одна – для разброса. Наиболее часто используют пару \bar{X} - и R -карту. В табл. 2 и 3 приведены формулы для расчета контрольных границ и коэффициенты для соответствующих карт.

Перед началом проведения анализа ТП с использованием контрольных карт на основе количественных данных готовят бланк по форме табл. 4, куда заносят результаты измерений контролируемого параметра, расчета контрольных границ, а также дополнительную информацию.

Таблица 2

Формулы для расчета границ контрольных карт с использованием количественных данных

Статистика	Стандартные значения не заданы		Стандартные значения заданы*	
	Центральная линия CL	UCL и LCL	Центральная линия CL	UCL и LCL
\bar{X}	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{\bar{X}} \pm A_2 \bar{R}$ или $\bar{\bar{X}} \pm A_3 \bar{s}$	X_0 или μ	$X_0 \pm A\sigma_0$
R	\bar{R}	$D_3 \bar{R}, D_4 \bar{R}$	R_0 или $d_2 \sigma_0$	$D_1 \sigma_0, D_2 \sigma_0$
s	\bar{s}	$B_3 \bar{s}, B_4 \bar{s}$	s_0 или $C_4 \sigma_0$	$B_5 \sigma_0, B_6 \sigma_0$
Примечание. * – заданы стандартные значения X_0 или μ , R_0 , S_0 или σ_0 .				

Коэффициенты для расчета границ контрольных карт

Число наблюдений в подгруппе n	Коэффициенты для вычисления контрольных границ											Коэффициенты для вычисления центральной линии CL			
	A_1	A_2	A_3	B_3	B_4	B_5	B_6	D_1	D_2	D_3	D_4	C_4	$1/C_4$	d_2	$1/d_2$
2	2,12	1,88	2,65	0,00	3,27	0,00	2,61	0,00	3,69	0,00	3,27	0,797	1,253	1,13	0,887
3	1,73	1,02	1,95	0,00	2,57	0,00	2,27	0,00	4,36	0,00	2,57	0,889	1,128	1,69	0,591
4	1,50	0,73	1,63	0,00	2,27	0,00	2,09	0,00	4,70	0,00	2,28	0,921	1,085	2,06	0,486
5	1,342	0,577	1,427	0,000	2,089	0,000	1,964	0,000	4,918	0,000	2,114	0,9400	1,0638	2,326	0,4299
6	1,22	0,48	1,29	0,03	1,97	0,03	1,87	0,00	5,08	0,00	2,00	0,951	1,0510	2,53	0,395
7	1,13	0,42	1,18	0,12	1,88	0,11	1,81	0,20	5,20	0,08	1,92	0,959	1,042	2,70	0,370
8	1,06	0,37	1,10	0,18	1,81	0,18	1,75	0,39	5,31	0,14	1,86	0,965	1,036	2,85	0,351
9	1,00	0,34	1,03	0,24	1,76	0,23	1,71	0,55	5,39	0,18	1,82	0,969	1,032	2,97	0,337
10	0,95	0,31	0,97	0,28	1,72	0,28	1,67	0,69	5,47	0,22	1,78	0,973	1,028	3,08	0,325
11	0,90	0,28	0,93	0,32	1,68	0,31	1,64	0,81	5,53	0,26	1,74	0,975	1,025	3,17	0,315
12	0,87	0,27	0,89	0,35	1,65	0,35	1,61	0,92	5,59	0,28	1,72	0,978	1,023	3,26	0,307

Альтернативные (качественные) данные представляют собой наблюдения, фиксирующие наличие или отсутствие некоторых характеристик (или признаков) у каждой единицы рассматриваемой подгруппы. На основе этих данных производится подсчет числа единиц, обладающих или не обладающих данным признаком, или число таких событий в единице продукции, группе или области.

Альтернативные данные в общем случае могут быть получены быстро и дешево, для сбора их не требуется специального обучения. В табл. 5 приведены формулы для расчета границ контрольных карт, использующих альтернативные данные. При использовании контрольных карт для альтернативных данных достаточно одной карты, так как предполагаемое распределение имеет только один независимый параметр – средний уровень. p - и np -карты основаны на биномиальном распределении, а c - и u -карты - на распределении Пуассона.

Расчеты для этих карт одинаковы, за исключением случаев непостоянства объема подгрупп. Когда объем подгрупп постоянен, для каждой подгруппы могут быть выбраны одни и те же контрольные границы. Если число контролируемых единиц в каждой подгруппе различно, должны быть рассчитаны контрольные границы отдельно для каждого объема подгруппы. Таким образом, np - и c -карты могут быть применены при постоянном объеме подгруппы, а p - и u -карты – в любой ситуации.

Форма контрольной карты

Операция				Объем выборки												Характеристика												
Нормативы USL и LSL				Дата						Отдел						Менеджер по качеству												
Средние \bar{X}																												
Размахи R																												
N под- группы				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	25		
X_i	1																											
	2																											
	3																											
	4																											
	5																											
Сумма X_i																												
Средние \bar{X}																												
Размахи R																												

**Формулы для расчета границ контрольных карт на основе
альтернативных данных**

Статистика	Стандартные значения не заданы		Стандартные значения заданы*	
	Центральная линия CL	3 σ -е контрольные границы	Центральная линия CL	3 σ -е контрольные границы
p	\bar{p}	$\bar{p} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$	p_0	$p_0 \pm 3\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}$
np	$n\bar{p}$	$n\bar{p} \pm 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$	np_0	$np_0 \pm 3\sqrt{np_0(1-p_0)}$
c	\bar{c}	$\bar{c} \pm 3\sqrt{\bar{c}}$	c_0	$c_0 \pm 3\sqrt{c_0}$
u	\bar{u}	$\bar{u} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$	u_0	$u \pm 3\sqrt{\frac{u_0}{n}}$
Примечание. * - p_0, np_0, c_0, u_0 – заданные стандартные значения.				

Когда объем подгруппы изменяется от выборки к выборке, для каждой подгруппы рассчитывают свои контрольные границы, при этом, чем меньше объем подгруппы, тем шире полоса между этими границами, и наоборот. Если объем подгрупп меняется несущественно, то можно ограничиться одним набором контрольных границ, основанным на среднем объеме подгруппы. Для практических целей достаточно, если объемы подгрупп находятся в пределах $\pm 25\%$ целевого объема подгруппы.

Для интерпретации хода процесса по контрольным картам существует набор из восьми дополнительных критериев, который схематически показан на рис. 7 – 14 [8].

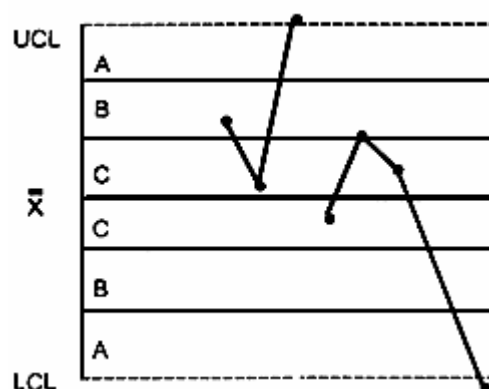


Рис. 7. Критерий 1 – одна точка вне зоны A

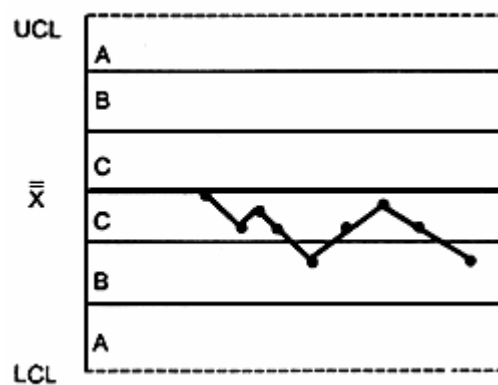


Рис. 8. Критерий 2 – девять точек подряд в зоне C или по одну сторону от центральной линии

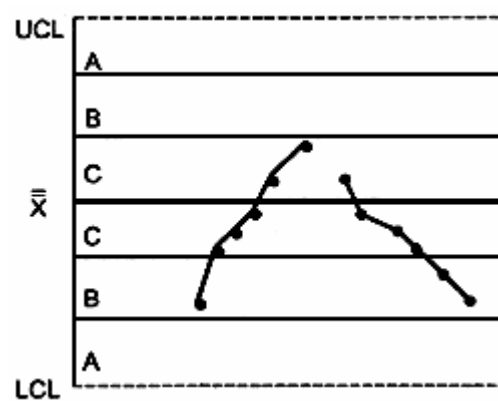


Рис. 9. Критерий 3 – шесть возрастающих или убывающих точек подряд

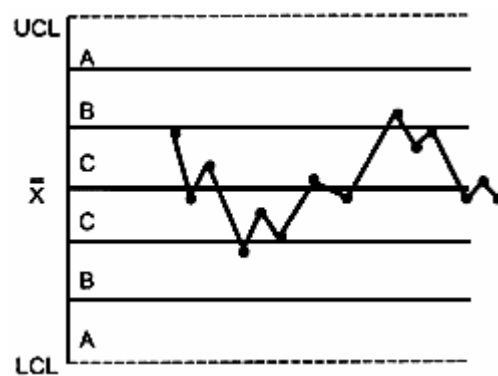


Рис. 10. Критерий 4 – четырнадцать попеременно возрастающих и убывающих точек

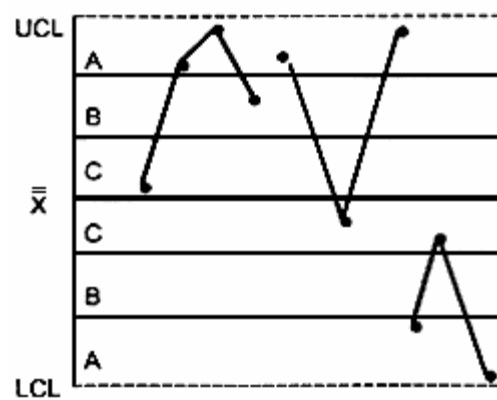


Рис. 11. Критерий 5 – две из трех последовательных точек в зоне *A* или вне ее

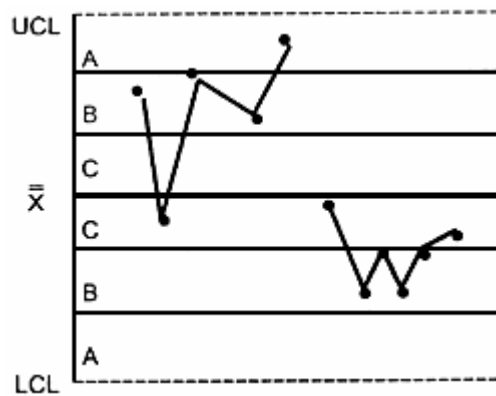


Рис. 12. Критерий 6 – четыре из пяти последовательных точек в зоне *B* или вне ее

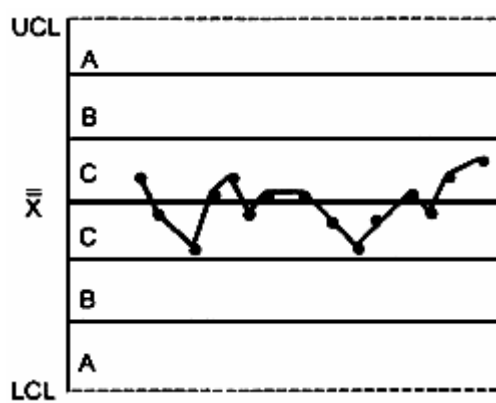


Рис. 13. Критерий 7 – пятнадцать последовательных точек в зоне *C* выше и ниже центральной линии

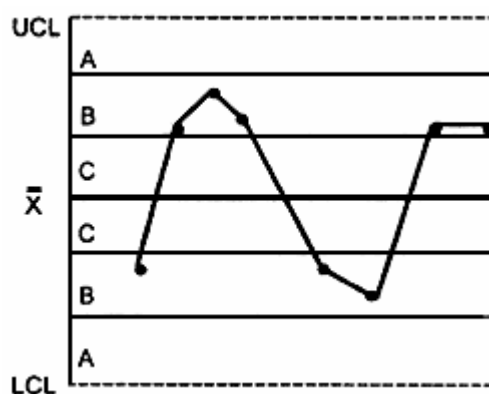


Рис. 14. Критерий 8 – восемь последовательных точек по обеим сторонам центральной линии и ни одной в зоне C

Этот набор критериев можно принять за основу, но пользователи контрольных карт должны обращать внимание на любую необычную структуру точек, которая может указывать на проявление особых (неслучайных) причин. Поэтому эти критерии следует рассматривать только как примеры ситуаций, когда может быть установлено проявление неслучайных причин. Появление любого из случаев, описанных в этих критериях, – указание на присутствие особых причин, которые должны быть проанализированы и скорректированы.

Верхняя и нижняя контрольные границы контрольной карты устанавливаются на расстоянии 3σ над и под центральной линией. Для применения этих критериев контрольная карта делится на шесть равных зон шириной σ . Эти зоны обозначаются A, B, C, C, B, A , причем зоны C расположены симметрично центральной линии. Данные критерии применимы к \bar{X} -картам и X -картам индивидуальных значений. Предполагается нормальное распределение соответственно \bar{X} и индивидуальных значений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ефимов, В. В. Управление качеством: учебное пособие / В. В. Ефимов. – Ульяновск: УлГТУ, 2000. – 141 с.
2. Ефимов, В. В. Статистические методы в управлении качеством продукции: учебное пособие / В. В. Ефимов. – Ульяновск: УлГТУ, 2002. – 232 с.
3. Миттаг, Х. – Й. Статистические методы обеспечения качества / Х. – Й. Миттаг, Х. Ринне. – М.: Машиностроение, 1995. – 616 с.
4. Статистические методы повышения качества / под ред. Хитоси Кумэ. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 243 с.

5. Веткасов, Н. И. Статистический приемочный контроль качества продукции: Сборник лабораторных работ / Н. И. Веткасов. – Ульяновск: УлГТУ, 2005. – 64 с.
6. ГОСТ Р 50779.30 – 95. Статистические методы. Приемочный контроль качества: Общие требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1995. – 26 с.
7. ГОСТ Р 50779.52 – 95. Статистические методы. Приемочный контроль качества по альтернативному признаку. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1995. – 240 с.
8. ГОСТ Р 50779.53 – 98. Статистические методы. Приемочный контроль качества по количественному признаку для нормального закона распределения: Часть 1. Стандартное отклонение известно. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1998. – 29 с.
9. ГОСТ Р 50779.42 – 99. Статистические методы. Контрольные карты Шу-харта. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 38 с.
10. ГОСТ 51814.3 – 2001. Система качества в автомобилестроении. Методы статистического управления процессами. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 34 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Титульный лист пояснительной записки

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

Ульяновский государственный технический университет

Кафедра «Технология машиностроения»

Дисциплина «Статистические методы регулирования и контроля
качества продукции машиностроения»

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Студент _____

группа подпись, дата Ф.И.О.

Преподаватель _____

подпись, дата Ф.И.О.

Ульяновск 2006

Бланк задания к контрольной работе

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Ульяновский государственный технический университет
Кафедра «Технология машиностроения»
Дисциплина «Статистические методы регулирования и контроля
качества продукции машиностроения»

ЗАДАНИЕ

на контрольную работу по дисциплине " Статистические методы регулирования и контроля качества продукции машиностроения"
студенту заочно-вечернего факультета группы ТМз –

1. Разработать план статистического приемочного контроля качества по альтернативному признаку детали _____
2. Разработать план статистического приемочного контроля качества по количественному признаку детали _____
3. Построить контрольную карту на основе количественных данных по результатам проведения анализа технологического процесса изготовления детали _____
4. Построить контрольную карту на основе альтернативных данных по результатам проведения анализа технологического процесса изготовления детали _____
5. Привести методику построения диаграммы _____

Задание выдал _____ (_____)

Студент _____ (_____)

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

1. Какие статистические методы относятся к методам общего назначения?
2. Основные требования к формированию выборки изделий.
3. Какие вы знаете виды контрольных листов?
4. С какой целью применяют контрольный листок видов несоответствий?
5. В каких случаях применяют контрольный листок причин несоответствий?
6. Каковы преимущества применения контрольных листов локализации несоответствий?
7. Что позволяют оценить контрольные листки для регистрации распределения измеряемого параметра?
8. Что такое статистический контроль качества продукции?
9. В чем различие между риском поставщика и потребителя при статистическом приемочном контроле?
10. Что такое несоответствие и дефект?
11. Какие показатели применяют в качестве группового показателя качества продукции?
12. Что понимают под нормативным уровнем несоответствий?
13. Каким образом определяют значение нормативного уровня несоответствий?
14. Что понимают под планом и схемой статистического приемочного контроля?
15. Что такое допустимые планы контроля поставщика и потребителя?
16. С какой целью устанавливают значения приемочного и браковочного уровней?
17. Что такое оперативная характеристика плана или схемы статистического приемочного контроля?
18. Что понимают под степенью доверия потребителя поставщику?
19. Чем руководствуется потребитель при выборе степени доверия поставщику?
20. С какой целью поставщик при поставке партий продукции может устанавливать «запас количества по качеству»?
21. В каких случаях поставщику целесообразно устанавливать скидки с оптовой цены?
22. Что понимают под СПК по альтернативному признаку?
23. Преимущества и недостатки применения СПК по альтернативному признаку.
24. Что необходимо оценить при контроле поставщика по альтернативному признаку, прежде чем приступить к разработке допустимого плана СПК?

25. Перечислите исходные данные, необходимые для разработки допустимых планов поставщика и потребителя.
26. Какова последовательность разработки допустимых планов поставщика и потребителя?
27. Сформулируйте условия соответствия партии продукции требованиям к ее качеству соответственно при контроле поставщика и потребителя.
28. Что понимают под СПК по количественному признаку?
29. Преимущества и недостатки применения СПК по количественному признаку.
30. Перечислите условия, которые должны быть соблюдены при проведении СПК по количественному признаку поставщика при заданных наибольшем и наименьшем предельных значениях контролируемого параметра.
31. По каким зависимостям рассчитываются значения нижней и верхней приемочных границ соответственно при разработке планов контроля поставщика и потребителя?
32. Как оценить объективность назначения объема выборки при известной оценке среднего арифметического значения контролируемого параметра при контроле поставщика по количественному признаку?
33. Назовите семь простых методов статистического управления ТП.
34. Приведите классификацию контрольных карт, применяемых для статистического управления ТП.
35. Приведите методику управления ТП с использованием контрольных карт на основе количественных данных на примере применения (X- R) - карты.
36. Приведите методику управления ТП с использованием контрольных карт на основе альтернативных данных на примере применения пр - карты.
37. Перечислите этапы разработки диаграммы Парето.
38. Цель применения диаграммы Парето.
39. Приведите методику построения диаграммы рассеивания.
40. Назначение диаграммы рассеивания.
41. Приведите последовательность разработки диаграммы причин и результатов.
42. Какую задачу позволяет решить применение диаграммы причин и результатов?
43. Перечислите основные этапы разработки гистограммы.
44. С какой целью проводят построение гистограмм?
45. Что понимают под индексами возможностей и пригодности ТП?
46. Приведите возможные варианты расположения гистограммы относительно поля допуска контролируемого параметра.
47. Сущность построения и применения диаграммы потока процессов.
45. Приведите классификацию дефектов по их значимости.