МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Технология машиностроения,
металлорежущие станки и инструменты»

ОСНОВЫ КВАЛИМЕТРИИ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Методические указания
к выполнению практических занятий
для студентов специальности 151001.65
и направлений 150700.62, 151900.62

Курган 2014

Кафедра: «Технология машиностроения,
металлорежущие станки и инструменты»

Дисциплина: «Основы квалиметрии и управления качеством»
(специальность 151001.65;
направления 150700.62, 151900.62).

Составил: доцент, канд. техн. наук А.М. Гениатулин.

Утверждены на заседании кафедры «14» октября 2014 г.

Рекомендованы методическим советом университета «20» декабря 2013 г.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ……..5

1. ПОСТРОЕНИЕ ДЕРЕВА СВОЙСТВ……6
Краткие теоретические сведения……...6
Иерархическая структура свойств……6
Правила построения дерева свойств……7
Задание……10
Порядок выполнения работы…….....10
Содержание отчета……10
Контрольные вопросы……...10

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЕСОМОСТИ…… 11
Краткие теоретические сведения……11
Методы определения коэффициентов весомости…… .11
Задание…….. 13
Порядок выполнения работы…….. ……14
Содержание отчета……..... 14
Контрольные вопросы……14

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА……15
Краткие теоретические сведения……15
Методы расчета комплексной оценки качества……15
Задание……..15
Порядок выполнения работы…….....17
Содержание отчета…….…..17
Контрольные вопросы……..17

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОГЛАСОВАННОСТИ РАБОТЫ ГРУППЫ ЭКСПЕРТОВ……. 17
Задание……17
Порядок выполнения работы……...…19
Содержание отчета……19
Контрольные вопросы……...20

5. АНАЛИЗ ВЕЛИЧИНЫ ПОТЕРЬ…… 20
Краткие теоретические сведения……..……..20
Диаграмма Парето…… 20
Задание……21
Порядок выполнения работы……...24
Содержание отчета……24
Контрольные вопросы……..24

6. ПОСТРОЕНИЕ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ ДИАГРАММ…..…..……25
Краткие теоретические сведения…… 25
Задание и порядок выполнения работы……..25
Содержание отчета……... 27
Контрольные вопросы……...27

7. ПОСТРОЕНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ……... 27
Краткие теоретические сведения…….27
Задание и порядок выполнения работы…… …….30
Содержание отчета……..... 31
Контрольные вопросы……..……31

8. РАЗРАБОТКА ПЛАНОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО ПРИЕМОЧНОГО КОНТРОЛЯ……... 34
Краткие теоретические сведения…… 34
Управление технологическим процессом при контроле по количественному признаку…….…34
Задание и порядок выполнения работы…….…….36
Управление технологическим процессом при контроле по альтернативному признаку…….37
Задание и порядок выполнения работы……. 40
Содержание отчета…….…….....40
Контрольные вопросы……..……..…42

ЛИТЕРАТУРА…….. 42

ПРИЛОЖЕНИЕ А…….……43

ПРИЛОЖЕНИЕ Б…….. ……...44

ПРИЛОЖЕНИЕ В…….. ……...45

ВВЕДЕНИЕ

Цель практических занятий по дисциплине – закрепление теоретических знаний и приобретение навыков в области измерения качества.

В соответствии с поставленными целями изучения дисциплины «Квалиметрия» определены задачи проведения практических занятий:

- приобретение навыков решения задач по выбору систем показателей качества, оценивания качества;
- приобретение навыков применения статистических методов контроля и управления качеством процессов;
- отработка методики формирования экспертной группы, организации экспертного опроса и получения экспертной оценки;
- решение задач по определению качества и управлению технологическими процессами.

Методические указания содержат краткий теоретический материал по темам практических занятий, условия задач и указания по их решению.

Оценить качество и принять управленческое решение означает провести исследования. Изучением таких исследований и занимается квалиметрия.

Практические занятия позволяют студентам:

- закрепить знания теоретических основ и методов количественной оценки качества и технического уровня продукции;
- освоить частные методики определения единичных и комплексных показателей качества;
- научиться расчетам показателей качества и относительного уровня качества.

Данная подготовка позволяет студентам перейти от сущности и определения качества к управлению им. Для того, чтобы научиться управлять качеством, необходимо уметь его измерять.

Отчет по практическим занятиям должен включать:

- исходные данные;
- краткую характеристику применяемых методов и методик;
- основные расчетные формулы, полученные результаты (по возможности, сведенные в таблицу);
- выводы по работе.

В данных методических указаниях даны краткие теоретические сведения по темам занятий. При подготовке к занятию, в случае если окажется, что данных теоретических сведений студенту не достаточно, он имеет возможность изучить вопрос самостоятельно, воспользовавшись литературой из библиографического списка данных методических указаний.

При защите оформленного в соответствии с вышеперечисленными требованиями отчета, студенту необходимо устно ответить на контрольные вопросы, приведенные в конце каждой темы. Защита практического задания предполагается в конце текущего занятия или в начале следующего.

1. ПОСТРОЕНИЕ ДЕРЕВА СВОЙСТВ

Краткие теоретические сведения

Иерархическая структура свойств

С точки зрения оценивания качество можно представить в виде иерархической структуры (дерево свойств), на самом низком (нулевом) уровне которого находится качество как наиболее обобщенное комплексное свойство продукции, а на самом высоком уровне – простые свойства (рис. 1.1).

Строя иерархическую структуру свойств, желательно подняться до такого высокого уровня рассмотрения, на котором находятся не разлагаемые на какие-либо другие, наименее общие, так называемые простые свойства.

Правила построения деревьев свойств изложены Г. Г. Азгальдовым:

1. свойства *m*-го уровня
2. свойства 2-го уровня
3. свойства 1-го уровня
4. свойство 0-го уровня

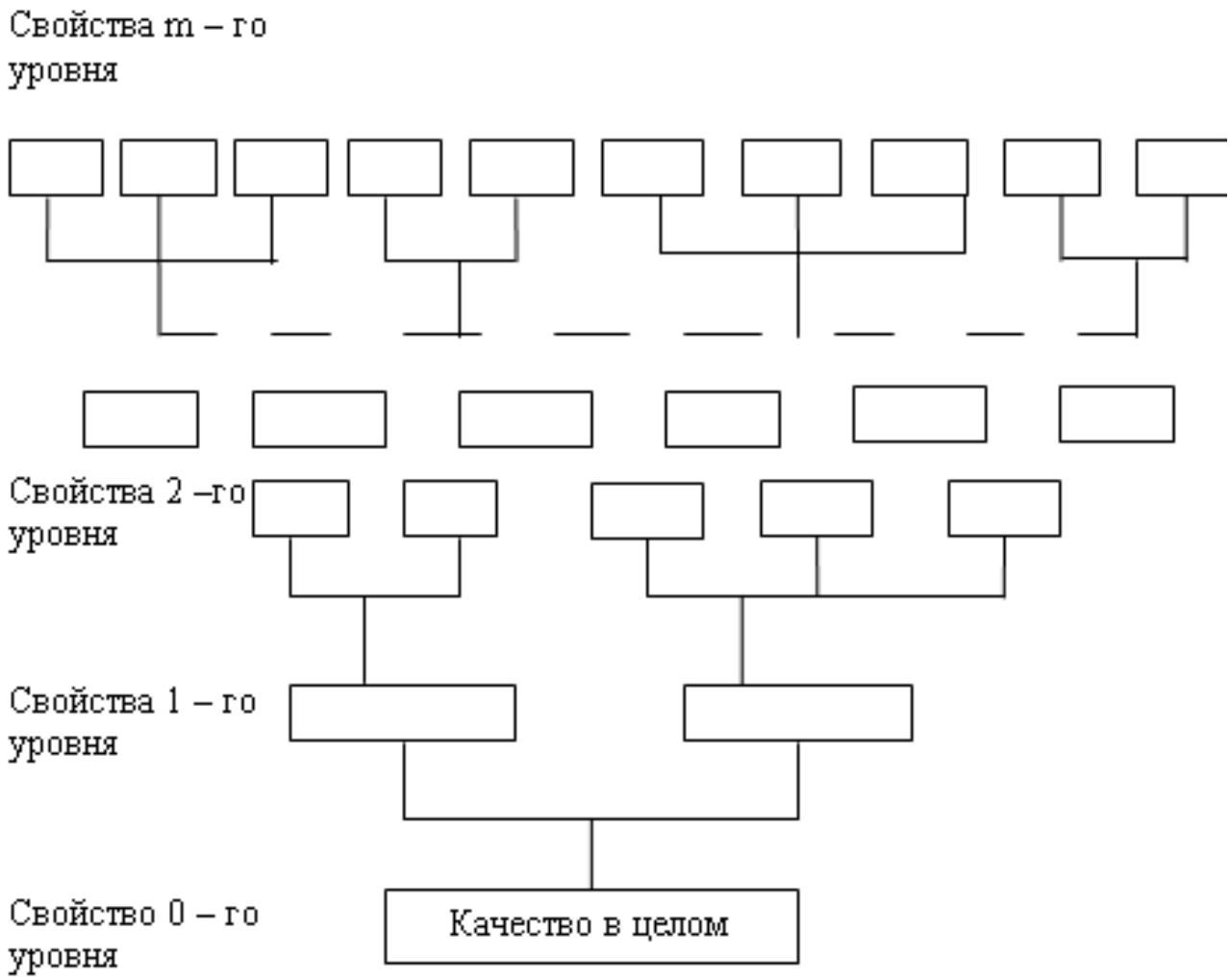

Рис. 1.1. Иерархическое дерево свойств качества

Известно, что каждый предмет и его качество можно описать с помощью большого числа свойств. Комплексный же показатель качества является результирующей величиной этих свойств.

В квалиметрии следует учитывать две противоположные тенденции: с одной стороны – стремление описать качество максимально возможным числом свойств, с другой – количество учитываемых свойств стараются уменьшить, чтобы сократить объемы расчетов. Следовательно, необходимо найти оптимальное число свойств, придерживаясь следующих положений:

- свойства качества рассматриваются как классификационная система согласно иерархической многоуровневой структуре свойств (рис. 1.1);
- основу классификации составляет признак, определяемый целью, с которой проводится оценка качества;
- количество свойств качества должно удовлетворять требованиям необходимости и достаточности.

Правила построения дерева свойств

Правила, обязательные при любой ситуации оценки, называются общими правилами. Те правила, которых нужно придерживаться только в зависимости от ситуации оценки, будут называться частными.

Общие правила построения дерева свойств

1. Деление по равному основанию.

Для любой группы свойств должен быть единый для всех свойств группы признак деления.

2. Исключительность.

Свойства, входящие в группу, должны исключать необходимость их одновременного учета в виду того, что между показателями этих свойств есть функциональная зависимость.

3. Корректируемость.

Сущность этого правила заключается в том, что структура дерева должна позволять проводить корректировку (добавлять в дерево новые свойства или, наоборот, исключать некоторые свойства) в связи с изменением ситуации оценки.

4. Учет взаимосвязей в системе «человек – среда – объект».

В дереве свойств должны обязательно присутствовать (разумеется, с учетом ситуации оценки) показатели: экологичность, жизнеобеспеченность, безопасность.

5. Жесткость структуры начальных уровней дерева.

В дереве свойств жесткая структура отдельных поддеревьев должна распространяться на максимально возможное число ярусов.

6. Потребительская направленность формулировок свойств.

Для каждого сложного свойства существует несколько различных признаков, с помощью которых оно может быть разделено на группу эквисатисных

свойств. Из них надо выбрать те признаки, которые имеют потребительскую направленность.

7. Функциональная направленность формулировок свойств.

Желательно применять те признаки деления, которые отражают не конструктивную структуру оцениваемого объекта, а характер выполняемых им функций.

8. Правильный учет субъекта оценки.

Необходимо принимать во внимание тот уровень социальной иерархии, на котором находится субъект оценки. Наибольшее число свойств в дереве для одного и того же оцениваемого объекта будет тогда, когда субъект будет общество в целом, а наименьшее – когда субъект оценки небольшая группа потребителей или же только один человек.

9. Необходимость и достаточность числа свойств в группе.

В группу включаются только те свойства, которые необходимы для обеспечения эквисатисности со смежным свойством для определения этого сложного свойства.

10. Однозначность толкования формулировок свойств.

В дереве не должно быть нечетких, двусмысленных, неоднозначно трактуемых формулировок свойств.

11. Эталонное число свойств $п^{эт}$.

При сравнении двух объектов дерево свойств, предназначенное для оценки качества обоих объектов, должно состоять из эталонного числа свойств, т. е. включать в себя и все общие для обоих объектов свойства и те, по которым эти объекты отличаются друг от друга.

12. Полнота учета особенностей потребления объекта.

Необходимо так строить дерево, чтобы в нем нашли отражение все особенности процесса потребления объекта, выявленные на стадии определения ситуации оценки.

13. Недопустимость зависимых свойств.

В любой группе должны быть отставлены только независимые свойства.

14. Одновременность существования свойств.

Эквисатисные свойства, составляющие группу свойств, должны быть такими, чтобы оцениваемый объект в каждый момент времени мог одновременно обладать этими свойствами.

15. Максимальная высота дерева.

Дерево должно «ветвиться» до тех пор, пока во всех группах свойств, находящихся на последнем ярусе дерева, не останутся только квазипростые, которые уже не нужно разделять, или простые.

16. Исключение свойств надежности.

Свойства надежности любого объекта очень сильно влияют на качество объекта, но включать их в дерево свойств не нужно, потому что при точном или приближенном методах оценки качества все свойства надежности учитываются с помощью, так называемой функции эффекта, при упрощенном же методе –

надежность учитывается с помощью коэффициента сохранения эффективности $K_{эф}$.

17. Предпочтительность правостороннего дерева.

Правостороннее дерево является самым удобным в практической работе, в большинстве случаев целесообразно применять именно его.

18. Предпочтительность табличной формы дерева.

Преимущество дерева в табличной форме заключается в экономии места, необходимого для изображения дерева.

19. Предпочтительность признака деления меньшей размерности.

Из двух в одинаковой степени пригодных для пользования признаков деления сначала нужно применять признак, содержащий меньшее число градаций.

Частные правила построения деревьев свойств

1. Учет затрат и результатов.

Сравнительно редко, в зависимости от ситуации оценки, необходимо определять в количественной форме не интегральное качество, а качество объекта. В этом случае из дерева должно быть исключено квазипростое свойство – экономичность, т. е. затраты на производство и потребление рассматриваться не будут.

2. Ясность признака деления.

Если по ситуации оценки установлено, что коэффициенты весомости для свойств отдельных групп (или чаще всего дерево в целом) будут определяться экспертным методом, целесообразно чтобы в каждой группе свойств признак деления был четко выражен и абсолютно ясен уже из самих формулировок свойств.

3. Случайный характер расположения свойств.

Целесообразно применять случайный порядок расположения свойств в группе. Это необходимо довести до сведения экспертов.

4. Минимум свойств в группе.

В любой группе не должно быть более семи свойств – в противном случае точность экспертной оценки резко уменьшается.

5. Возможность оценки других объектов с помощью поддеревьев.

В случаях, когда оценку качества объекта можно использовать для аттестации качества не только этого объекта, но и для других каких-то целей, например как составную часть другого объекта, необходимо эту часть выделить под дерево свойств.

6. Исключение одинаково выраженных свойств.

Из деревьев свойств исключаются все те свойства, которые в одинаковой степени выражены в сравниваемых вариантах.

7. Неполное дерево при упрощенной методике его построения.

Когда факторы времени и трудоемкость лимитируют и, кроме того, допустимо некоторое снижение точности полученных результатов, можно использовать упрощенную методику построения дерева свойств. При этом снижаются

затраты труда как на построение дерева, так и на проведение последующих операций, предусмотренных алгоритмом.

Задание

Используя мнение экспертов и в соответствии с правилами построения деревьев свойств, построить дерево свойств объекта.

Объект выбирается студентом самостоятельно.

В качестве экспертов выступает группа студентов в количестве 6–8 человек.

Порядок выполнения работы

1. Выбрать объект.
2. Сформировать экспертную группу, назначить ведущего эксперта.
3. Рассмотреть объект и, используя любой метод («Мозговой атаки», простого обсуждения и т. д.), определить набор показателей на каждом уровне дерева свойств.
4. Используя знания правил построения дерева свойств, определиться с формой дерева.
5. Учитывая мнения экспертов, расположить на каждом ярусе этого дерева соответствующие свойства.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1) название работы;
2) цель;
3) название применяемых методов;
4) построенное дерево;
5) вывод по работе.

Контрольные вопросы

1. Сущность понятия «дерево свойств».
2. Что такое простое свойство?
3. Какие свойства называют квазипростыми?
4. Какие правила построения свойств относятся к общим?
5. Какие правила построения свойств относятся к частным?

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЕСОМОСТИ

Краткие теоретические сведения

Наряду с абсолютным P_j и относительным K_j значениями, каждое простое или сложное свойство характеризуется также весомостью (значимостью) среди всех остальных свойств, а показатель качества – коэффициентом весомости, который является количественной характеристикой значимости данного показателя качества продукции среди других показателей.

В различных методиках сумма весомостей свойств одного уровня может иметь разное значение: 1, 10, 100, 18 и др., но во всех методиках выполняется условие

$$\sum_{i=1}^{n} q_i = \text{const}, \tag{2.1}$$

где q_i – коэффициент весомости.

Методы определения коэффициентов весомости

Существуют два метода определения значений групповых коэффициентов весомости q_i: аналитический и экспертный.

Использование аналитического метода определения значений коэффициентов весомости, несмотря на легкость производимых в его рамках вычислений, связано с преодолением трудностей, которые заключаются в том, что отсутствует достаточно подробный алгоритм, с помощью которого для любой группы свойств можно было бы однозначно выявить тот показатель свойств, который пригоден для использования в качестве ненормированного группового коэффициента весомости. И поэтому, несмотря на то, что аналитический метод наиболее предпочтителен, на практике чаще всего применяют экспертный метод определения коэффициентов весомости.

Экспертный метод основан на усреднении оценок весомостей, данных группой экспертов.

Процедуру получения экспертных оценок весомостей можно разбить на четыре этапа:

1. организация опроса;
2. проведение опроса;
3. обработка результатов опроса, получение оценок весомостей;
4. анализ результатов.

Условия для работы экспертной группы должны быть созданы технической группой. Должно быть подготовлено помещение, изображение дерева свойств, канцелярские принадлежности и др.

Технический работник, анализируя дерево свойств, определяет количество тех свойств, групповые коэффициенты весомости которых должны быть определены экспертным путем, и готовит бланки индивидуальной анкеты.

В соответствии с расположением экспертов за столами каждый из экспертов получает номер 1, 2, 3 … j. Номер определяет очередность, в которой эксперты дают свои ответы.

Истинным значением определяемой экспертами величины является средняя оценка экспертной группы. Чаще всего выносимые экспертами оценки представляют собой или ранжированную последовательность или совокупность числовых значений параметров. Члены экспертной группы определяют ранг расположения показателей качества рассматриваемой продукции.

Причем показателю качества, который на взгляд эксперта имеет наибольшую важность при определении количественной оценки качества, присваивают самый высокий ранг, численно равный числу показателей свойств в группе.

Значения рангов, определяемых каждым экспертом, для всех показателей качества технический работник заносит в анкету № 1 в раздел «1-й тур». Ведущий анализирует числа, записанные в анкету, с точки зрения максимальной величины расхождения между отдельными назначенными экспертами оценками. Величину расхождения мнений экспертов можно определить, используя коэффициент конкордации W_N для N экспертов, по формуле (2.2)

$$W_N \frac{12S'}{N^2(n^3-n)}, \tag{2.2}$$

где S' – сумма квадратов отклонений; n – число показателей свойств в группе.

Сумма квадратов отклонений рассчитывается по формуле (2.3)

$$S' = \sum_{i=1}^{n} \Delta_i^2, \tag{2.3}$$

Отклонение от средней суммы рангов можно подсчитать по формуле (2.4)

$$\Delta_i = \sum_{j=1}^{N} a_{ij} - T_{\text{р}}, \tag{2.4}$$

где a_{ij} – ранг i-го объекта у j-го эксперта; $T_{\text{р}}$ – средняя сумма рангов.
Средняя сумма рангов определяется выражением (2.5)

$$T_{\text{р}} = N\left(\frac{n+1}{2}\right). \tag{2.5}$$

Если крайние значения между отдельными, назначенными экспертами оценками отличаются друг от друга не более чем на 25 %, то опрос экспертов можно ограничить одним туром.

После получения достаточно согласованного мнения экспертов по ранжированию весомостей свойств показателей качества можно приступить к обработке результатов экспертного опроса (анкета № 1).

Для каждого помещенного в сводной анкете № 1 свойства вычисляют среднее арифметическое (по всем экспертам) значение ненормированного коэффициента весомости по результатам последнего тура :

$$\overline{q}_i' = \sum_{\gamma=1}^{N} \overline{q}_{ij}'/N\,, \tag{2.6}$$

где $q_i'_j$ – ненормированный коэффициент весомости для i-го свойства у j-го эксперта; N – число экспертов.

Для каждой группы свойств определяется сумма A всех средних значений ненормированных коэффициентов весомости (с учетом всех свойств групп). Полученные числа заносят в сводную анкету (анкета № 1).

Затем произведем нормирование значений q_i', т. е. определим значения весомости для каждого свойства в группе по формуле (2.7)

$$q_i = \frac{\overline{q}_i'}{A}\,. \tag{2.7}$$

Правильность приведенных расчетов проверим по условию (2.8)

$$\sum_{i=1}^{n} q_i = 1\,, \tag{2.8}$$

где n – число всех показателей.

Задание

Используя мнения экспертов, определить коэффициенты весомости показателей качества объекта, дерево свойств которого было построено при выполнении первого задания.

Порядок выполнения задания:

1. Провести опрос экспертов, данные опроса занести в анкету № 1 (прил. А).
2. По результатам опроса рассчитать коэффициент конкордации и определить необходимость второго тура опроса.
3. По результатам окончательного тура опроса рассчитать коэффициенты весомости показателей качества объекта.

Порядок выполнения работы

1. Выбрать объект.
2. Сформировать экспертную группу, назначить ведущего эксперта.

3. Рассмотреть объект и, используя любой метод («Мозговой атаки», простого обсуждения и т. д.), определить набор показателей на каждом уровне дерева свойств.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1) название работы;
2) цель;
3) название применяемых методов;
4) заполненную анкету № 1 с рассчитанными коэффициентами весомости;
5) выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Обязательное для всех методик условие при определении коэффициентов весомостей.
2. Сущность аналитического метода определения коэффициентов весомости.
3. Сущность экспертного метода определения коэффициентов весомости.
4. Что такое коэффициент конкордации, каким образом он определяется?
5. Условие проведения одного тура экспертного опроса при определении коэффициентов весомости.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА

Краткие теоретические сведения
Методы расчета комплексной оценки качества

Комплексный показатель характеризует совокупность взаимосвязанных свойств, образующих качество продукции. Комплексные показатели качества могут быть связаны с единичными через функциональные зависимости, отражающие объективные законы природы, и могут быть выражены через комбинацию единичных показателей.

В качестве комплексных показателей применяются главные, интегральные и средневзвешенные.

Из средневзвешенных чаще всего в методиках определения комплексной оценки применяют: среднюю арифметическую, среднюю геометрическую и среднюю гармоническую взвешенные.

Средняя арифметическая взвешенная

$$K = \sum_{i=1}^{n} q_i k_i \ .$$

где K – комплексный показатель качества; k_i – единичный относительный показатель качества; q_i – коэффициент весомости.

Средняя геометрическая взвешенная

$$K = \Pi K_i^{q_i} \ .$$

Средняя гармоническая взвешенная

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{n} q_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{q_i}{K_i}} \ .$$

Задание

Задача 1. Качество трех машин определяется тремя свойствами:

1. производительностью $P_п'$;
2. долговечностью $P_д'$;
3. удобством управления $P_у'$.

Показатели качества для трех машин и эталонной машины приведены в таблице.

Показатели качества			
Машина № 1	Машина № 2	Машина № 3	Эталонная машина

$P_п$ = 40 шт./ч; $P_д$ = 13000 ч; $P_у$ = 4 балла	$P_п$ = 140 шт./ч; $P_д$ = 5000 ч; $P_у$ = 8 баллов	$P_п$ = 110 шт./ч; $P_д$ = 16000 ч; $P_у$ = 9 баллов	$P_п$ = 150 шт./ч; $P_д$ = 14000 ч; $P_у$ = 10 баллов

Весомости показателей, определенные экспертным методом, равны соответственно: $q_п = 0{,}5$; $q_д = 0{,}4$; $q_у = 0{,}1$.

Необходимо определить комплексную оценку качества трех машин методом средневзвешенных – арифметической, геометрической и гармонической:

а) без учета коэффициентов весомости;

б) с учетом коэффициентов весомости.

Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

Задача 2. Показатели качества вольтметров приведены в табл. 4.1.

Показатели качества вольтметров

Прибор	Единичные показатели качества				
	Класс точности (P_i, %)	Нижний предел измерений (P_2, мВ)	Диапазон температур (P_3, °С)	Масса (P_4, кг)	Устойчивость к механическим воздействиям (P_5)
B_1	1,5	1,0	–40–60	0,3	ВП, УП (0,75)
B_2	1,5	1,5	–30–50	0,15	ВУ, УУ (1,0)
B_3	1,0	2,0	–30–60	0,25	ВП, УП (0,75)
B_4	1,0	3,0	–30–60	0,22	ВУ, УУ (1,0)
Базовый показатель	1,0	1,0	–40–60	0,15	ВУ, УУ (1,0)
Весовые коэффициенты	0,3	0,15	0,2	0,1	0,25

Примечание: ВП – вибропрочный; УП – ударопрочный; ВУ – виброустойчивый; УУ – удароустойчивый.

Необходимо определить комплексные показатели качества четырех вольтметров по принципу среднего арифметического:

а) без учета весовых коэффициентов;

б) с учетом весовых коэффициентов.

Проанализировать результаты и сделать выводы.

Порядок выполнения работы

1. Определить комплексную оценку качества трех машин методом средневзвешенных – арифметической, геометрической и гармонической:

а) без учета коэффициентов весомости;

б) с учетом коэффициентов весомости.

2. Определить комплексные показатели качества четырех вольтметров по принципу среднего арифметического:

а) без учета весовых коэффициентов;

б) с учетом весовых коэффициентов.

3. Проанализировать результаты и сделать выводы.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1) название работы;

2) цель;

3) исходные данные;

4) расчетные формулы и результаты расчета;

5) выводы.

Контрольные вопросы

1. Расчетные формулы определения среднеарифметической, среднегеометрической, среднегармонической комплексных оценок качества с учетом коэффициентов весомости отдельных свойств.

2. Преобразование расчетных формул по определению средневзвешенных комплексных оценок качества без учета коэффициентов весомости отдельных свойств.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОГЛАСОВАННОСТИ РАБОТЫ ГРУППЫ ЭКСПЕРТОВ

Теоретические сведения по данной теме приведены в разд. 2. Согласованность работы группы экспертов определяется коэффициентом конкордации (2.2).

Задание

Определить степень согласованности мнения экспертов, чьи результаты ранжирования объектов приведены в табл. 4.1, табл. 4.2, табл. 4.3, табл. 4.4 и табл. 4.5.

Таблица 4.1

Данные мнений пяти экспертов

Номер объекта	Оценка эксперта				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
1	4	6	4	4	3
2	3	3	2	3	4
3	2	2	1	2	2
4	6	5	6	5	6
5	1	1	3	1	1
6	5	4	5	6	5
7	7	7	7	7	7

Таблица 4.2

Данные мнений семи экспертов

Номер объекта	Оценка эксперта						
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й
1	9	8	8	7	9	9	9
2	7	7	5	6	7	7	8
3	4	6	7	5	6	4	7
4	2	1	1	1	1	1	1
5	5	9	9	9	8	8	7
6	8	4	6	3	5	3	6
7	1	2	2	2	2	2	2
8	3	3	3	4	3	5	3
9	6	5	4	8	4	6	5

Таблица 4.3

Данные мнений семи экспертов

Номер объекта	Оценка эксперта						
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й
1	5	5	7	5	7	7	7
2	6	6	5	6	5	5	6
3	3	3	2	3	1	2	4
4	4	2	3	2	3	4	1
5	7	1	4	7	4	6	5
6	1	4	1	1	2	1	2
7	2	7	6	4	6	3	3

Таблица 4.4

Данные мнений семи экспертов

Номер объекта	Оценка эксперта						
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й
1	5	5	7	5	7	7	7
2	6	6	5	6	5	5	6
3	3	3	2	3	3	2	4
4	4	3	3	2	2	4	1
5	7	7	4	7	5	6	5
6	1	1	1	1	1	1	2
7	2	3	6	4	5	3	3

Таблица 4.5

Данные мнений семи экспертов

Номер объекта	Оценка эксперта						
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й
1	7	8	8	7	8	6	7
2	8	7	7	8	6	8	8
3	6	6	5	6	7	7	6
4	5	5	6	5	4	4	3
5	3	4	3	4	5	5	5
6	3	2	2	2	2	1	3
7	3	3	4	3	3	3	2
8	1	1	1	1	1	2	2

Порядок выполнения работы

1. Решить три задачи по указанию преподавателя.
2. Подобрать соответствующую расчетную формулу.
3. Рассчитать коэффициент конкордации.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:
1) название работы;
2) цель;
3) исходные данные (таблицы);
4) расчетные формулы;
5) расчет коэффициентов;
6) выводы.

Контрольные вопросы

1. Расчетные формулы определения коэффициента конкордации.
2. Сущность понятия коэффициент конкордации.
3. Условие, при котором работа экспертов считается достаточно согласованной.
4. Значение коэффициента конкордации при условиях полной согласованности и полного разногласия среди группы экспертов.

5. АНАЛИЗ ВЕЛИЧИНЫ ПОТЕРЬ

Краткие теоретические сведения

Для анализа результатов контроля качества широкое распространение получили методы статистического контроля качества. Наиболее известными среди них стали «семь инструментов контроля качества», в состав входит и диаграмма Парето.

Диаграмма Парето

Диаграмма Парето, названная так по имени ее автора, итальянского ученого-экономиста Парето, позволяет наглядно представить величину потерь в зависимости от различных дефектов. С помощью диаграммы Парето выявляют также основные причины успехов и широко пропагандируют эффективные методы работы.

Диаграмма строится в виде столбчатого графика по величине потерь либо по их стоимости, начиная с самого большого по высоте столбика и далее в порядке уменьшения его высоты. Незначительные по величине потери объединяют в общую группу «Прочие» и этот столбик на графике располагают последним.

Предпочтительнее, если это возможно, определять не количество дефектов, а стоимость потерь от них в денежном выражении.

Построение диаграммы сопровождается построением ломаной кумулятивной кривой, на которой суммируются потери, и на последнем столбике, если все работы по подсчету потерь были выполнены верно, эта кривая должна выйти на отметку 100 %.

Если окажется, что столбик «Прочие» будет по величине выше любого из столбиков *A*, *B*, *C*, расположенных на трех первых позициях, необходимо из этой группы дефектов выделить наиболее крупный по количеству или стоимости дефект в отдельную группу. Тогда на графике дополнительно появится еще один столбик, а высота столбика «Прочие» при этом уменьшится.

При использовании диаграммы Парето для контроля важнейших факторов наиболее распространенным методом анализа является так называемый *ABC*-анализ.

Факторы (по эффективности их воздействия на объект в целом), оказавшиеся на позициях *A, B и C,* должны подвергаться анализу в первую очередь.

После выяснения причин и устранения дефектов вновь строится диаграмма Парето с целью проверки эффективности принятых в отношении дефектов *A, B и C* мер.

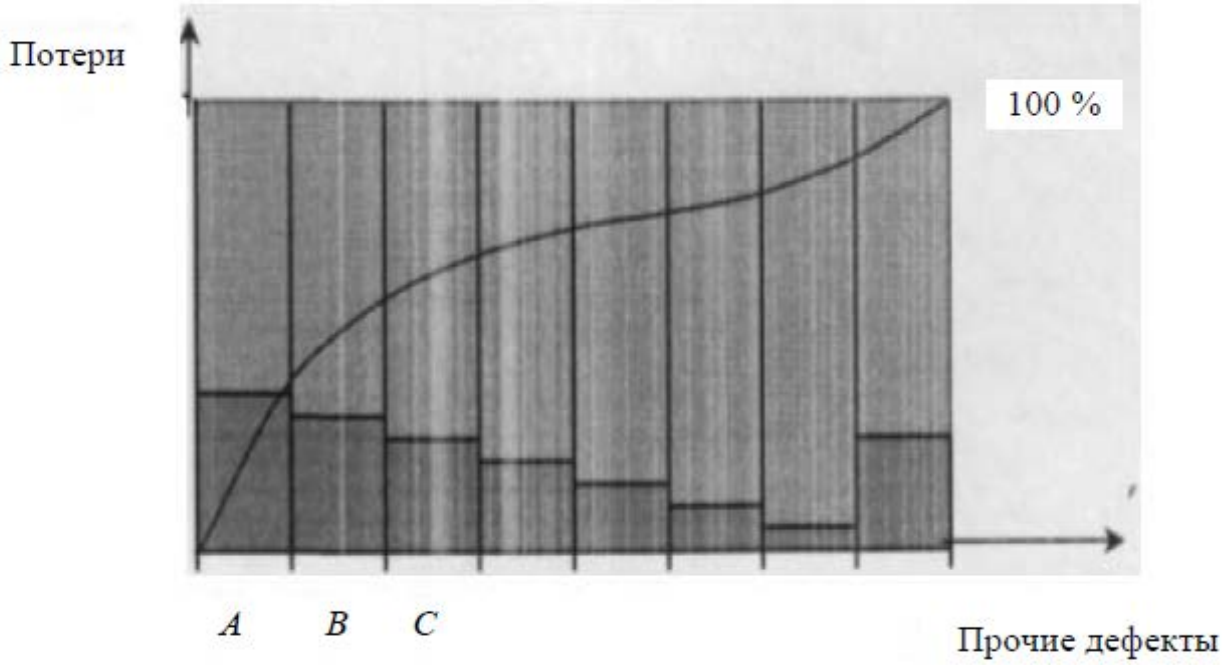

Рис. 5.1. Диаграмма Парето

В случае, если какой либо дефект по эффективности находится в конце диаграммы, но устранение его не требует больших затрат ни материальных, ни временных, то такой дефект должен быть устранен до начала работ по анализу и устранению причин возникновения дефектов *A*, *B* и *C*.

Для выяснения причин дефектов *A*, *B*, *C* целесообразно дополнительно использовать причинно-следственную диаграмму.

Задание

Выполнить все необходимые работы по расчетам (с построением дополнительных таблиц, если это необходимо), в соответствии с заданием и указаниями, приведенными ниже задача 1–3.

Задача 1. Служба качества предприятия собрала месячные данные по браку кровельных листов. Данные по браку приведены в табл. 5.1.

По данным табл. 5.1 построить диаграмму Парето, произвести анализ диаграммы и анализ каждой из первых трех операций (группа А).

Таблица 5.1

Данные о браке в производстве кровельных листов

№ п/п	Вид брака и количество некачественных изделий	Количество дефектных изделий	Потери от брака в денежном выражении (тыс. руб.)	Потери от брака в процентном выражении (%)
1	Боковые трещины	140	5,4	
2	Шелушение краски	3400	3,7	
3	Коробление	900	62,0	
4	Отклонение от перпендикулярности	320	20,0	
5	Грязная поверхность	1320	4,5	
6	Винтообразность	1250	8,5	
7	Трещины по поверхности	820	10,0	
8	Боковой изгиб	420	30,0	
9	Прочие причины	600	10,2	
	Итого			

Задача 2. При контроле производства дисковых пил были получены данные о величине потерь от брака по каждой операции. Данные о браке приведены в табл. 5.2. Используя данные таблицы, необходимо построить диаграмму Парето и проанализировать ее.

Таблица 5.2

Данные о браке в производстве дисковых пил

№ п/п	Наименование операции	Количество бракованных деталей (шт.)	Потери от брака (руб.)	Потери от брака (%)
1	Вырубка круга по ∅305			
2	Вырубка отверстия ∅38			
3	Расточка отверстия ∅40 H7 в пакете	10	290	
4	Обточка в пакете по ∅300	12	350	
5	Вырубка стружечных канавок	60	1980	
6	Правка корпусов фрез от коробления	30	1200	
7	Пайка твердосплавных пластин	70	2400	
8	Шлифование по наружному диаметру «чисто»	5	410	

9	Шлифование по боковым сторонам зубьев «чисто»	2	168
10	Заточка по передней поверхности $\gamma = 15°$	3	258
11	Заточка по задней поверхности $\alpha = 15°$	10	900
12	Заточка по боковым сторонам $\varphi = 15°$	8	720
13	Маркировка	–	–
14	Упаковка и консервация	2	184
15	Прочие потери	–	605
	Итого		

Задача 3. Необходимо проанализировать данные табл. 5.3 и составить различные диаграммы Парето.

Таблица 5.3

Данные о браке

Рабочий	Станок	Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница
А	1	• • • • * * oooo ## Δ	• • • • • * ooo # –	• • • • • * ** ** OOOO ## Δ	• • • • * OOO ## –	• • • • • * OOOO ### –
	2	• • * O – –	• • • * * oo – Δ	• • • * ** ** oo # –	• • * o # –	• • * * o # –
В	3	• • * * o # –	• • • • * o – –	• • • * ** ** O # –	• • • * o # Δ	• • • • * oo # –
	4	• • * oo – Δ	• • • * o # –	• • • * ** * oo # –	• • • * – # –	• • * * oo # –

Порядок выполнения работы

1. Решить две задачи по указанию преподавателя.
2. Определить, какой фактор следует рассматривать.
3. Построить вспомогательные таблицы.
4. Построить диаграмму Парето, нанеся на нее кумулятивную кривую.
5. В случае построения диаграммы по причинам, а не по результатам, необходимо построить, как минимум, пять диаграмм.
6. Сделать вывод.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:
1) название работы;
2) цель;
3) исходные данные (таблица);
4) вспомогательные таблицы;
5) диаграммы Парето;
6) выводы по диаграммам.

Контрольные вопросы

1. Сущность диаграммы Парето.
2. Последовательность построения диаграммы Парето.
3. Что такое кумулятивная кривая?
4. Сущность *ABC*-анализа при построении диаграмм Парето.
5. Цель построения диаграмм Парето.
6. Виды диаграмм Парето.

6. ПОСТРОЕНИЕ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ ДИАГРАММ

Краткие теоретические сведения

В состав «семи инструментов контроля качества» входит причинно- следственная диаграмма, применяющаяся, как правило, при анализе дефектов, приводящих к наибольшим потерям.

Она позволяет выявить причины таких дефектов и сосредоточиться на устранении этих причин. При этом анализируются четыре основных причинных фактора: человек, машина (оборудование), материал и метод работ.

Причинно-следственная диаграмма Исикавы. При анализе причинных факторов, вызывающих появление дефектов, выявляются вторичные, а может быть, и третичные причины, приводящие к дефектам и подлежащие устранению. Поэтому для анализа дефектов построения диаграммы необходимо определить максимальное число причин, которые могут иметь отношение к допущенным дефектам.

Такую диаграмму в виде рыбьего скелета предложил японский ученый К. Исикава. Ее называют также «ветвистой схемой характерных факторов», или диаграммой «четыре М» (man, method, material, machine) (рис. 6.1).

Рис. 6. 1. Причинно-следственная диаграмма

Качество – это, по определению Исикавы, хребет рыбьего скелета, а причины, определяющие и влияющие на качество, которые, в свою очередь, являются следствием других причин, – это крупные кости, средние кости, мелкие кости.

Задание и порядок выполнения работы

Выполнить построение причинно-следственных диаграмм в соответствии с заданием и указаниями, приведенными в задачах 1–3.

Задача 1. По мнению специалистов, существенные проблемы с качеством выпускаемой продукции возникают на предприятии по причине «текучести» кадров. По отчетным данным, с предприятия за год было уволено 50 человек.

Данные об увольнении по кварталам, подразделениям предприятия и причины увольнения и представлены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Данные об увольнении

Причина увольнения	Подразделение	Квартал года			
		1-й	2-й	3-й	4-й
По собственному желанию	Цех 1	2	1	3	2
	Цех 2	4	2	5	2
	Администрация	1	1	4	2
По решению руководства	Цех 1	1	0	2	1
	Цех 2	1	2	2	2
	Администрация	0	1	0	1
По уходу за ребенком	Цех 1	0	1	1	0
	Цех 2	0	0	2	1
	Администрация	1	0	1	0

• Построить все возможные диаграммы Парето, предварительно составив вспомогательные таблицы;

• По полученным данным выявить основные проблемы;

• С помощью диаграммы Исикавы установить возможные причины возникновения основной проблемы;

• Определить виды и место сбора информации для установления проблемы.

Задача 2. Построить диаграмму причин (диаграмму Исикавы) и результатов для следующих показателей качества:

а) сдача студентом сессии в срок;
б) сдача студентом сессии без троек;
в) выполнение учебного плана семестра к сессии;
г) качество обучения в вузе.

Задача 3. Построить диаграммы Исикавы для следующих показателей:

а) качество технологических процессов;
б) качество конструкторской разработки;
в) качество материально-технического снабжения;
г) качество производства продукции;
д) качество продукции.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:
1) название работы;
2) цель;
3) исходные данные (таблица);
4) вспомогательные таблицы;
5) диаграммы Парето, Исикавы;
6) выводы по диаграммам.

Контрольные вопросы

1. Сущность и история появления причинно-следственных диаграмм.
2. Цель построения причинно-следственных диаграмм.
3. Правила построения причинно-следственных диаграмм.
4. Какие методы применяются при построении причинно-следственных диаграмм?

7. ПОСТРОЕНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ

Краткие теоретические сведения

Контрольная карта – это разновидность графика, который отличается наличием контрольных границ, обозначающих допустимый диапазон разброса характеристик в обычных условиях течения процесса. Выход характеристик за пределы контрольных границ означает нарушение стабильности процесса и требует проведения анализа причин и принятия соответствующих мер.

Контрольная карта – это один из «семи инструментов контроля качества», позволяющий управлять качеством посредством статистических методов.

Контрольные карты были предложены Уолтером Шухартом в 1931 году в книге «Экономный контроль качества промышленной продукции».

Существует масса всевозможных карт, остановимся на двух главных типах:

1. Контрольные карты для количественных переменных (факторов), отражающих конкретные измерения характеристик процесса (температура, размер, вес и т. п.). Типы этих карт – (X –R)-карты; MX –MR-карты; (X–MR)-карты; (X –S)-карты.

2. Контрольные карты для качественных переменных (признаков), отражающих общее измерение всего процесса (число рекламаций на заказ, число заказов в единицу времени, частота прогулов и т. п.).

Типы этих карт – p-карты; np-карты; c-карты; u-карты.

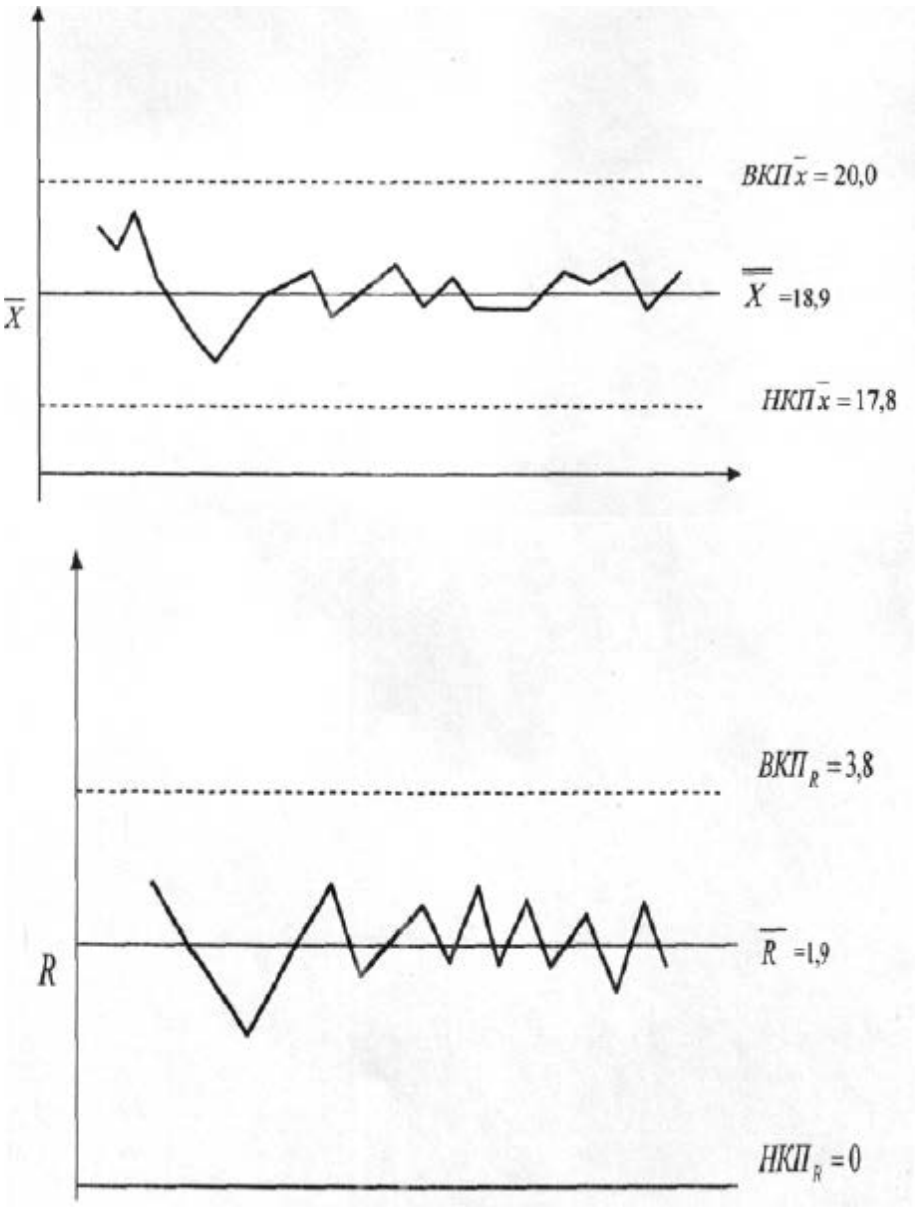

Рис. 7.1. Контрольная *X –R*-карта

Контрольные X –R-карты

Обозначения для X –*R*-карт:

n – объем выборки;

X – показания (данные);

X – среднее показание в выборке;

X – среднее всех средних X . Это положение центральной линии на X -карте;

R – размах (разность между наибольшим и наименьшим значениями каждой выборки);

R – среднее всех *R*. Это положение центральной линии на *R*-карте;

ВКП – верхний контрольный предел;

НКП – нижний контрольный предел;

На рис. 7.1 показана типичная контрольная X –*R*-карта.

Этапы построения X –R-карт

1. Определить объем выборки n, равный 3, 4 или 5 или частоту отбора.

2. Собрать от 20 до 25 таких наборов данных во времени последовательных выборок (содержащих от 60 до 100 отдельных точек).
3. Вычислить среднее для каждой выборки, равное X .
4. Вычислить размах для каждой выборки *R*.
5. Вычислить X (среднее всех средних X).
6. Вычислить *R* (среднее всех размахов).
7. Вычислить контрольные пределы.

$$X\text{-карты:} \quad \text{ВКП}_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} + A_2\overline{R};$$

$$\text{НКП}_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} - A_2\overline{R}.$$

$$R\text{-карты:} \quad \text{ВКП}_R = \text{Д}_4\overline{R};$$

$$\text{НКП}_R = \text{Д}_3\overline{R}.$$

Значения множителей определяют из табл. 7.1.

Таблица 7.1

Таблица множителей

n	A_2	$Д_3$	$Д_4$	d_2
2	1,88	0	3,27	1,13
3	1,02	0	2,57	1,69
4	0,73	0	2,28	2,06
5	0,58	0	2,11	2,33
6	0,48	0	2,00	2,53

8. Нанести данные на карту и интерпретировать ее с точки зрения наличия или отсутствия особых или неслучайных причин вариации.

Основные правила интерпретации контрольной карты

1. Особые точки – любые точки выше верхнего или нижнего пределов.
2. Серия – семь или больше последовательных точек над или под центральной линией.
3. 1 из 20 – это более, чем одна точка в двадцати последовательных точках, близких к контрольным пределам (во внутренней трети поля допуска).
4. Тренд (дрейф) – любое систематическое повышение или понижение пяти или более последовательных точек или сдвиги семи или более точек.

Неуправляемость

Если некоторый процесс «вышел из-под контроля» (стал неуправляемым), значит на картах либо средних, либо размахов, либо на обеих одно-

временно отражены особые причины вариации. Их надо найти и исключить для достижения управляемости процесса. Его неуправляемость определяется на контрольной карте либо по наличию точек за контрольными пределами, либо по обычным структурам вариабельности.

Задание и порядок выполнения работы

Необходимо построить контрольные X –R-карты с учетом рекомендаций по построению контрольных карт, изложенных выше, и в соответствии с условиями и указаниями задач 1 и 2.

Задача 1. Данные результатов измерения некоторого фактора представлены в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Данные для контрольной карты $\overline{X}$ –R

Выборка	Измерения					Выборочное среднее $\overline{X}$	Выборочный размер R
	1-е	2-е	3-е	4-е	5-е		
1	12	12	13	15	12	12,8	3
2	15	17	16	17	18	16,6	3
3	13	18	14	14	15	14,8	5
4	10	12	11	10	11	10,8	2
5	13	16	14	15	14	14,4	3
6	15	12	13	15	11	13,2	4
7	15	16	15	16	15	15,4	1
8	15	17	16	14	12	14,8	5
9	22	17	15	17	14	17,0	8
10	16	15	17	15	18	16,2	3
11	16	18	16	16	16	16,4	2
12	15	16	17	17	14	15,8	3
13	17	15	16	15	16	15,8	2
14	16	15	18	18	16	16,6	3
15	17	19	17	15	17	17,0	4
16	19	17	15	15	17	16,6	4
17	16	19	16	15	14	16,0	5
18	16	15	17	16	18	16,4	3
19	17	13	17	15	11	15,2	4
20	19	18	17	15	16	17,0	4
21	14	17	16	14	13	14,8	4

По результатам, приведенным в табл. 7.2, построить контрольную карту X –R, для этого необходимо:

1. Вычислить среднее для каждой выборки X .

2. Вычислить размах для каждой выборки R.

3. Вычислить X – среднее всех средних X . Это центральная линия X -карты.

4. Вычислить R – среднее всех размахов R. Это центральная линия R-карты.

5. Вычислить контрольные пределы X -карты и R-карты.

Для определения пределов необходимо воспользоваться данными, приведенными в табл. 7.1.

6. Нанести данные на карту (форма карты представлена на рис. 7.2) и интерпретировать ее с точки зрения наличия или отсутствия особых или неслучайных причин вариации.

Задача 2. Построить контрольную X –R-карту по результатам измерений, приведенных в табл. 7.3.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1) название работы;

2) цель;

3) исходные данные;

4 построенные вспомогательные таблицы и контрольные X –R-карты;

5) выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды и типы контрольных карт.

2. Сущность X –R-карты.

3. Этапы построения X –R-карты.

4. Основные правила интерпретации контрольной карты.

5. Какие условия определяют управляемость и неуправляемость технологического процесса?

Карта № 1

Название продукта	Выпускающий отдел	Оператор:
Фактор	Пределы допуска НКП= ; ВКП=	Единицы измерения:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Среднее																									
																					$ВКП_{\overline{X}} =$				
																					$\overline{X} =$				
																					$НКП_{\overline{X}} =$				
Размах																									
																					$ВКП_{\overline{R}} =$				
																					$\overline{R} =$				
																					$НКП_{\overline{R}} = 0$				

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Дата начала																										
Время																										
Измерение в выборках	1																									
	2																									
	3																									
	4																									
	5																									
Всего																										
Среднее $\overline{X}$																										
Размах R																										

Рис. 7.2. X и R контрольная карта для фактора

Таблица 7.3

Таблица данных для $\overline{X}$–R-карты

Номер подгруппы	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	$\sum X$	$\overline{X}$	R
1	47	32	44	35	20	178	35,6	27
2	19	37	31	25	34	146	29,2	18
3	19	11	16	11	44	101	20,2	33
4	29	29	42	59	38	197	39,4	30
5	28	12	45	36	25	146	29,2	33
6	40	35	11	38	33	157	31,4	29
7	15	30	12	33	26	116	23,2	21
8	35	44	32	11	38	160	32,0	33
9	27	37	26	20	35	145	29,0	17
10	23	45	26	37	32	163	32,6	22
11	28	44	40	31	18	161	32,2	26
12	31	25	24	32	22	134	26,8	10
13	22	37	19	47	14	139	27,8	33
14	37	32	12	38	30	149	29,8	26
15	25	40	24	50	19	158	31,6	31
16	7	31	23	18	32	111	22,2	25
17	38	0	41	40	37	156	31,2	41
18	35	12	29	48	20	144	28,8	36
19	31	20	35	24	47	157	31,4	27
20	12	27	38	40	31	148	29,6	28
21	52	42	52	24	25	195	39,0	28
22	20	31	15	3	28	97	19,4	28
23	29	47	41	32	22	171	34,2	25
24	28	27	22	32	54	163	32,6	32
25	42	34	15	29	21	141	28,2	27
						Итого		

Среднее $\overline{\overline{X}} =$

$\overline{R} =$

8. РАЗРАБОТКА ПЛАНОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО ПРИЕМОЧНОГО КОНТРОЛЯ

Краткие теоретические сведения

Контроль продукции состоит из двух этапов: получение информации о фактическом состоянии продукции (ее количественных и качественных признаках) и сопоставление полученной информации с заранее установленными техническими требованиями, т. е. получение вторичной информации. При несоответствии фактических данных техническим требованиям осуществляется управляющее воздействие на объект контроля с целью устранения выявленного отклонения от технических требований.

Научной основой современного технического контроля стали математико-статические методы. Выявление разладки технологического процесса основано на результатах периодического контроля малых выборок, осуществляемого по количественному или альтернативному признаку.

Управление технологическим процессом при контроле по количественному признаку

При контроле по количественному признаку о разладке технологического процесса судят как по среднему значению контролируемого параметра, так и по рассеиванию значений контролируемого параметра относительно этого среднего значения. Смещение среднего значения (в любую сторону) относительно средины поля допуска и увеличение рассеивания приводят к увеличению доли дефектной продукции.

В качестве средних значений при статистическом регулировании используют либо среднее арифметическое значение X , либо медиану X .

В качестве характеристик рассеивания используют либо выборочное среднее квадратическое отклонение p, либо размах R. В результате предварительного исследования состояния технологического процесса решаются следующие задачи:

1) получают оценки параметров нормального распределения μ и σ;

2) определяют вероятную долю дефектной продукции P;

3) определяют коэффициент точности $K_{\text{т}}$.

Для предварительного исследования технологического процесса на контроль отбирают, как минимум, $N = 100$ единиц продукции. У отобранных единиц продукции контролируют заданный параметр X.

По результатам контроля каждой выборки вычисляют статистические характеристики:

$$\overline{X},\ \widetilde{X},\ p,\ R.$$

На основании этой информации вычисляют оценки параметров μ и σ.

Параметр μ получают как среднее арифметическое k значений X_i :

$$\mu = \overline{X} = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{R}\overline{X}_i,$$

где $\overline{X}_i = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\overline{X}_{ij}\left(i = 1, 2, \ldots, k;\ j = 1, 2, \ldots, n\right).$

Для оценки σ можно использовать три метода.

Первый метод более точен, но используется при наличии вычислительной техники:

$$\sigma = S = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{b=1}^{n}\left(X_b - \overline{\overline{X}}\right)^2},\left(b = 1, 2, \ldots, n\right),$$

где N – объем контроля; X_b – результаты контроля; X – среднее арифметическое результатов контроля X.

Второй метод точен, но более прост.

Оценку σ получают как среднее арифметическое k значений S_i, умноженное на поправочный коэффициент C_2 (табл. 8.1).

$$\sigma = \overline{S}C_2,$$

где $\overline{S} = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}S_i$.

Таблица 8.1

Значения поправочных коэффициентов

оэффициент	Объем выборки							
	3	4	5	6	7	8	9	10
C_2	0,89	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,97	0,97
d_2	1,69	2,06	2,33	2,83	2,70	2,85	2,97	3,08

Третий метод дает наименее точную оценку σ, но прост для вычислений. Оценку σ получают как среднее арифметическое k значений R_i, деленное на поправочный коэффициент d_2 (табл. 8.1).

$$\sigma = \frac{\overline{R}}{d_2},$$

:де $\overline{R} = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}R_i$.

Вероятную долю дефектной продукции P вычисляют по формуле

$$P = 1 - \Phi\left(\frac{T_в - \mu}{\sigma}\right) + \Phi\left(\frac{T_н - \mu}{\sigma}\right),$$

где $T_в$, $T_н$ – верхняя и нижняя границы поля допуска; μ – среднее значение контролируемого параметра; σ – среднее квадратическое отклонение контролируемого параметра Ф(X) – функция нормального распределения (справочное значение).

Из этой формулы следует, что доля дефектной продукции будет тем больше, чем больше будет σ и чем больше будет отклонение μ от μ_0, где μ_0 – среднее значение контролируемого параметра при налаженном состоянии технологического процесса.

Точность процесса оценивается коэффициентом точности КТ = 6σ/Т.

Чем меньше КТ, тем больше запас точности и тем больше гарантия бездефектного изготовления продукции в течение определенного времени.

Задание и порядок выполнения работы

Задача. В цехе принято решение перевести на статистическое регулирование технологический процесс изготовления болта на автоматах.

За показатель качества выбран параметр – диаметр болта и его допускаемые отклонения: d = 26 мм, es = –0,005 мм, ei = –0,019 мм.

Данные наблюдения за выбранным параметром приведены в табл. 8.2.

Таблица 8.2

Данные измерения диаметра болта

Номер выборки	Результаты контроля (отклонения от размера d = 25,980 мм)					$\overline{X}_i$	R_i
1	10	3	5	14	10		
2	2	14	8	13	11		
3	12	12	3	8	10		
4	12	14	7	11	9		
5	10	11	9	15	7		
6	11	12	11	14	12		
7	15	11	14	8	3		
8	12	14	12	11	11		
9	11	7	11	13	9		
10	14	10	9	12	8		
12	10	14	3	8	7		
11	9	11	14	10	13		
13	5	8	3	3	4		
14	8	5	6	9	13		
15	8	4	9	5	8		
16	4	12	10	6	10		
17	10	6	13	10	5		
18	7	9	12	1	7		
19	4	7	6	7	12		
20	10	10	6	9	3		

Определить вероятную долю дефектной продукции P и коэффициент точности технологического процесса.

Управление технологическим процессом при контроле по альтернативному признаку

При контроле по альтернативному признаку о разладке технологического процесса судят либо по числу дефектных единиц продукции ПР, либо по числу дефектов C. Увеличение любого из этих значений сверх допустимых норм свидетельствует о разладке технологического процесса.

При контроле по альтернативному признаку используют следующие виды контрольных карт:

np-карту – контрольную карту числа дефектных единиц продукции;

c-карту – контрольную карту числа дефектов;

p-карту – контрольную карту доли дефектной продукции;

u-карту – контрольную карту числа.

Статистическое регулирование с помощью этих контрольных карт осуществляют в соответствии с планом контроля.

Планом контроля определяются объем выборки n, браковочное число *d*, которым устанавливается положение границ регулирования, и период отбора выборок τ.

План контроля принимают с учетом результатов предварительного исследования состояния технологического процесса. Состояние технологического процесса тем лучше, чем меньше средний уровень дефектности и чем реже происходит его разладка.

Средний уровень *P* оценивают по результатам сплошного или выборочного контроля. Объем выборочного контроля должен составлять не менее 0,1 от объема сплошного контроля.

Оценку среднего уровня дефектности определяют по формуле_

$$\overline{P} = \frac{\sum_{i=1}^{к} Д_i}{\sum_{i=1}^{к} П_i} \cdot 100,$$

где к – число проконтролированных партий; $Д_i$ – число дефектных единиц продукции или число дефектов, обнаруженных в *i*-й партии; $П_i$ – число проконтролированных единиц продукции в *i*-й партии.

По результатам предварительного исследования вычисляют уровень дефектности для каждой из проконтролированных партий и отмечают (точками) на контрольной карте. Соединяя точки отрезками прямых, получают график, который дает наглядную картину изменения уровня дефектности. Отметив на этой контрольной карте средний уровень дефектности *P* по колебаниям точек

относительно значения P , можно оценить стабильность исследуемого технологического процесса. Если эти колебания незначительны, то технологический процесс стабилен.

После предварительного исследования состояния технологического процесса выбирают план контроля. Для этого необходимо установить допускаемый уровень дефектности *AQL* и объем контролируемой партии *N*.
Значение *AQL* устанавливают исходя из требований, предъявляемых к качеству готовой продукции и не превышающих значение P . Объем контролируемой артии *N* определяют количеством единиц продукции, изготовленных за время τ (τ – периодичность отбора выборок).

При известных значениях *N* и *AQL* по табл. 8.4 выбирают объем выборки n и браковочное число *d*.

Таблица 8.3

Код объема выборки

Объем партии	Код объема выборки при уровне контроля		
	Первый уровень контроля	Второй уровень контроля	Третий уровень контроля
26–50	C	C	D
51–90	C	C	E
91–150	D	D	F
151–280	E	E	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

Для определения объема выборки необходимо предварительно по табл. 8.3 определить код объема выборки в зависимости от объема партии и уровня контроля. В таблице предусмотрено три уровня контроля. Переход на второй и первый уровни позволяет уменьшить объем выборки. Это бывает необходимо, например, при слишком трудоемком контроле.

Границы регулирования (ГР) для контрольных карт определяются значением *d* по табл. 8.5.

Таблица 8.4

Данные для определения плана контроля

Код объема выборки	Объем выборки	Приемочный уровень дефектности AQL*													
		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	15
E	13			↓	1	↑	↓	2	3	4	6	8	11	15	22
F	20		↓	1	↑	↓	2	3	4	6	8	11	15	22	↑
G	32	↓	1	↑	↓	2	3	4	6	8	11	15	22	↑	↑
H	50	1	↑	↓	2	3	4	6	8	11	15	22	↑	↑	↑
Y	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	215	3	4	6	8	11	15	22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Примечания. * Приемочный уровень дефектности, превышающий значение 10, используется только для статистического регулирования с помощью контрольной карты числа дефектов (с-карты), и в этом случае AQL измеряется числом дефектов на 100 единиц продукции. Используют первое число d под стрелкой и соответственно ему выбирают объем выборки. Используют первое значение d над стрелкой и соответственно ему выбирают объем выборки п.

Таблица 8.5

Границы регулирования контрольных карт

Наименование контрольной карты	Принципы регулирования	Условия применения
Контрольная карта числа дефектных единиц продукции (*np*-карта)	ГР = *d*	Объем выборки постоянный
Контрольная карта числа дефектов (*c*-карта)	ГР = *d*	Объем выборки постоянный
Контрольная карта доли дефектной продукции (*p*-карта)	ГР = *d*/*n*	Объем выборки может изменяться
Контрольная карта числа дефектов на единицу продукции (*u*-карта)	ГР = *d*/*n*	Объем выборки может изменяться

Задание и порядок выполнения работы

Задача. В цехе листовой штамповки решено перевести ряд ответственных операций 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. Объем партий колеблется от 450–500 штук планок.

Используя в качестве статистической характеристики долю дефектной продукции и соответственно для статистического регулирования *p*-карту выполнить следующее.

Получить оценку среднего уровня дефектности Р. Чем меньше будет значение Р, тем лучше технологический процесс и качество изготавливаемых деталей.

Для определения объема выборки воспользуемся табл. 8.4 для третьего уровня.

Из табл. 8.3 для объема выборки $n = 50$ и определенного выше кода найдем объем исходной информации N (20 выборок по 50 штук).

Результаты контроля 20 выборок отмечены в табл. 8.6. В каждой выборке подсчитано количество дефектов. Долю дефектных планок P подсчитать как $n/P*$. 100.

Для более наглядного представления результатов контроля долю дефектных планок отметить на контрольной карте. Построенный график позволяет визуально оценить состояние технологического процесса за исследуемый период.

По 20 результатам выборочного контроля вычислить оценку среднего уровня дефектности по формуле (8.6).

Исключить результаты контроля выборок при $P \geq 8$ %, рассчитать среднее значение уровня дефектности P при нормальном состоянии технологического процесса.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1) название работы;

2) цель;

3) исходные данные;

4) решение задач по темам «Управление технологическим процессом при контроле по количественному признаку» и «Управление технологическим процессом при контроле по альтернативному признаку» с пояснениями.

Таблица 8.6

Данные контроля дефектов массы планок

Номер выборки	Объем контроля *n*	Количество дефектных планок	Уровень дефектности *P*, %	Уровень дефектности *P*, % 0 2 4 6 8 10
1	50	2		
2	50	2		
3	50	1		
4	50	2		
5	50	2		
6	50	1		
7	50	1		
8	50	1		
9	50	4		
10	50	5		
11	50	4		
12	50	2		
13	50	1		
14	50	1		
15	50	1		
16	50	0		
17	50	1		
18	50	1		
19	50	0		
20	50	2		
$\sum$	1000	34		

Если такой процент брака считается приемлемым, то его значение используют в качестве исходного при выборе приемочного уровня дефектности.

В табл. 8.3 найти ближайшее к полученному P при нормальном состоянии технологического процесса значение *AQL* и это значение принять за приемочный уровень дефектности *AQL*.

2. Выбрать план контроля.

Поскольку известен объем партий (задан), установлен приемочный уровень дефектности (*AQL*), то задача сводится к определению объема выборки n и браковочного числа *d*.

Объем выборки и браковочное число определить из табл. 8.4. Здесь возможен переход на другой уровень, а значит и изменение кода объема.

Выбрав план контроля (*N*; *AQL*; *n*; *d*), определить границу регулирования (табл. 8.5).

Результаты контроля нанести на график (табл. 8.6).

Контрольные вопросы

1. Что называется планом контроля?

2. Оперативная характеристика плана.

3. Сущность статистического приемочного контроля по альтернативному признаку.

4. Сущность статистического приемочного контроля по количественному признаку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фомин, В. Н. Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация : учеб. пособие / В. Н. Фомин. – М. : Ось-89, 2002. – 387 с.
2. Калейчик, М. М. Квалиметрия : учеб. пособие / М. М. Калейчик. – М. : 2003. – 198 с.
3. Гиссин, В. И. Управление качеством : учеб. пособие / В. И. Гиссин. – М. : ИЦК «Март»; Ростов н/Д : Издат. центр «МартТ», 2003. – 400 с.
4. Недбай, А. А. Основы квалиметрии : учеб. пособие / А . А. Недбай, Н. В. Мерзликина. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 123 с.
5. Басовский, Л. Е. Управление качеством : учебник / Л. Е. Басовский, В. Б. Протасьев. – М. : ИНФРА-М, 2004. – 212 с.
6. Никифоров, А. Д. Управление качеством : учеб. пособие для вузов / А. Д. Никифоров. – 2-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2006 – 719 с.
7. Федюкин В.К. Основы квалиметрии. Управление качеством продукции: Учебное пособие. – М.: Филинь, 2004. – 296 с.
8. Управление качеством продукции: Учебное пособие /Под ред. Н.И.Новицкого. – М.: Новое знание, 2004. – 367 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)

Номер свойства по дереву свойств	$\overline{q}'_{ij}$														Вычисление значений групповых коэффициентов весомости			
	1-й тур							2-й тур							$\overline{q}'_i$	A	q_i	$\sum_{i=1}^{n} q_i = 1$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)

Наименование и номер показателя качества дерева свойств	Действительное значение показателя качества							Стандартные (базовые) значения показателя $P_i^{баз}$
	1	2	3	4	5	6	7	
1. 2. 3. . .

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(рекомендуемое)

Наименование и номер показателя качества из дерева свойств	Относительный уровень показателя качества K_i						
	1	2	3	4	5	6	7
1. 2. 3. . . . . *n*							

Гениатулин Агзам Миндыбаевич

ОСНОВЫ КВАЛИМЕТРИИ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Методические указания
к выполнению практических занятий
для студентов специальности 151001.65
и направлений 150700.62, 151900.62

Авторская редакция

Подписано в печать 27.01.15	Формат 60x84 1/16	Бумага 65 г/м^2
Печать цифровая	Усл. печ. л. 3,0	Уч.-изд. л. 3,0
Заказ 3	Тираж 25	Не для продажи

РИЦ Курганского государственного университета
640000, г. Курган, ул. Советская, 63, стр. 4.
Курганский государственный университет.