

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 04.10.2022 12:18:44
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

1

1

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра дизайна и индустрии моды

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
« 04 » 10 / 2022 г.



УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Методические указания к выполнению практических работ
для студентов направления подготовки 27.04.02 «Управление
качеством»

Курск 2022

УДК 519.6

Составители: Мальнева Ю.А.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент Т.А. Добровольская

Управление качеством технологических процессов:
методические указания по выполнению практических работ по
дисциплине «Управление качеством технологических процессов» /
Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Ю.А. Мальнева. Курск, 2022. 23 с. Библиогр.:
с. 23.

Излагаются краткие теоретические сведения о простых инструментах менеджмента качества. Приводятся варианты заданий для выполнения практической работы по дисциплине «Методы контроля качества оборудования и технологических процессов», а также примеры их выполнения.

Предназначены для студентов направления подготовки 27.04.02 «Управление качеством» дневной и заочной форм обучения

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60×84 1/16.
Усл.печ.л. . Уч.-изд.л. . Тираж 25 экз. Заказ 199 Бесплатно
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября,94.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА.....	4
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2. НОВЫЕ МЕТОДЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА	24
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3.МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ	38
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4.ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ...	47
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	56

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Цели работы:

- определить главные и вторичные факторы, влияющие на качество;
- получить практические навыки распределения факторов по степени важности;
- приобрести практические навыки построения: контрольного листка; контрольной карты; гистограммы; диаграммы разброса; диаграммы Парето; диаграммы Исикавы, а также навыки выполнения стратификации данных.

Краткие теоретические положения

1. Контрольный листок

Контрольный листок представляет собой форму для регистрации и подсчета данных, собираемых в результате наблюдений или измерений контролируемых показателей в течение установленного периода времени [1,2,8-10]. Собираемые данные могут быть как целочисленными (например, число дефектов), так и интервальными (например, диапазон значений измерений).

Также контрольный листок позволяет распределить данные по категориям. Он показывает, как часто возникают те или иные события. Информация, содержащаяся в нем, является более систематизированной, чем обычный сбор данных.

Таким образом, основное назначение контрольного листка – представлять информацию в удобном для восприятия виде.

По форме, контрольный листок это, как правило, специальная таблица, в которой записываются данные контроля. В ней должны быть определены типы несоответствий, которые могут возникнуть в объекте, и должно быть предусмотрено место для заполнения количества обнаруженных несоответствий. Каждое выявленное несоответствие контролер отмечает штрихом. Такой принцип сбора данных предусматривает минимальные действия контролера при регистрации несоответствий. Это сокращает количество возможных ошибок, связанных со сбором информации.

В зависимости от цели сбора данных, выделяют следующие виды контрольных листков:

- контрольный листок для регистрации распределения измеряемого параметра в ходе производственного процесса;

- контрольный листок для регистрации видов дефектов;
- контрольный листок локализации дефектов;
- контрольный листок причин дефектов.

На рис. 1 и 2 изображены примеры контрольных листков типов и причин дефектов соответственно.

Типы дефектов	Группы	Итого
Трещины	#####	10
Царапины	##### //	42
Пятна	###/	6
Деформация	//// //// //// ////...//// ////	104
Разрыв	////	4
Раковины	//// //// //// ////	20
Прочие	//// //// ////	14
Итого		200

Рис. 1. Контрольный листок типов дефектов

Оборудование	Рабочий	Понедельник		Вторник		Среда		Четверг		Пятница	
		До обеда	После обеда	До обеда	После обеда	До обеда	После обеда	До обеда	После обеда	До обеда	После обеда
Токарный станок мод.1	Иванов А.А.	•• х ◆◆ ■	• х ◆◆◆◆ ■	••• ■	• хх ◆◆	•••• ххх ◆	•••• ххх ■	•••• х	• хх ◆	•••• ◆ ■	•• ◆
	Петров А.В.	• хх ◆◆◆◆	••• ххх ◆◆◆◆ ■	••••• хх	••• хх ◆ ■	••••• хх ◆◆	••••• хх ◆	•••• хх ◆ ■	•• х	•• хх	•••• хх ■
Токарный станок мод.2	Завалишин А.В.	• х ■	••• х ◆	•• ■	◆	•••• х	•• ■	■	•	•• ■	•••
	Сидоров А.А.	•• х ◆◆	• х ■	••	••• ◆◆◆ ■	••• ◆◆◆	•••• х	•• ◆◆◆◆	••	•• ◆◆◆◆	•• ◆◆◆◆ ■

Рис. 2. Контрольный листок причин дефектов

Для разработки контрольного листка необходимо:

1. Определить проблемы процесса, которые необходимо регистрировать в контрольном листке.

2. Определить интервал и период сбора данных.
3. Определить категорию данных.
4. Разработать форму контрольного листка.
5. Провести инструктаж сотрудников, ответственных за сбор данных.
6. Собрать данные.
7. Провести анализ данных.

2. Контрольная карта

Контрольные карты (карты Шухарта) – это линейчатые графики, построенные на основе данных измерений показателей качества процесса за определенный период времени (пример контрольной карты изображен на рис. 3) [1,2,8-10].



Рис. 3. Контрольная карта

Контрольные карты отражают динамику изменений показателя качества, благодаря чему можно контролировать процесс.

Особенность карт в том, что помимо графика динамики показателя качества на них нанесены: верхняя (К_в или *UCL*) и нижняя (К_н или *LCL*) контрольные границы, верхняя и нижняя границы технических допусков (Т_в и Т_н), также средняя линия – среднее значение всех изменений параметра.

Контрольные границы, как правило, наносят на расстоянии трех стандартных отклонений случайной величины от линии средних значений.

Так же, как и контрольные листки, контрольные карты используются для наглядного представления о качестве протекания процесса.

Для управления процессами используют несколько видов контрольных карт:

1. для контроля непрерывных величин:
 - \bar{x} -карта контроля измеряемых значений;
 - $\bar{x} - S$ -карта контроля средних значений и среднеквадратичных отклонений;
 - $\bar{x} - R$ -карта контроля средних значений и размахов;
 - $\bar{x} - S$ -карта контроля медиан и среднеквадратичных отклонений;
 - $\bar{x} - R$ -карта контроля медиан и размахов;
2. для контроля дискретных величин:
 - p -карта контроля доли неисправных изделий в выборке (применяются как при постоянном, так и при переменном объеме выборки);
 - np -карта контроля числа неисправных изделий в выборке (применяются только при постоянном объеме выборки);
 - c -карта контроля числа несоответствий в выборке (применяются только при постоянном объеме выборки);
 - u -карта контроля числа несоответствий на одно изделие в выборке (применяются как при постоянном, так и при переменном объеме выборки).

При этом порядок построения различных контрольных карт одинаковый:

1. Определить показатели (качественные или количественные) процесса или продукции, которые необходимо измерять.
2. Определить точки контроля каждого показателя.
3. Выбор вида контрольной карты в зависимости от характера определенных показателей.
4. Провести измерения выбранных показателей.
5. Отобразить результаты измерений на контрольной карте.
6. Точки графика соединить между собой.
7. Рассчитать линию средних значений, вычислить контрольные границы и построить соответствующие линии.
8. Определить точки, выходящие за пределы контрольных границ.

9. Провести анализ причин выхода значений контролируемых показателей за пределы контрольных границ, предпринять корректирующие действия.

3. Гистограмма

Гистограммы – вид столбчатой диаграммы, позволяющий зрительно оценить распределение статистических данных, сгруппированных по частоте попадания в заранее заданный интервал, интерпретирующий данные по исследуемой проблеме (пример представлен на рис. 4) [1,2,8-10].

Гистограммы используются в случаях сложного или невозможного анализа большого объема табличных данных. Они просты в применении, позволяют управлять процессами, основываясь на фактах. Главный недостаток гистограмм – необходимость большого числа данных в выборках, т.к. чем больше данных, тем точнее получаемый результат.

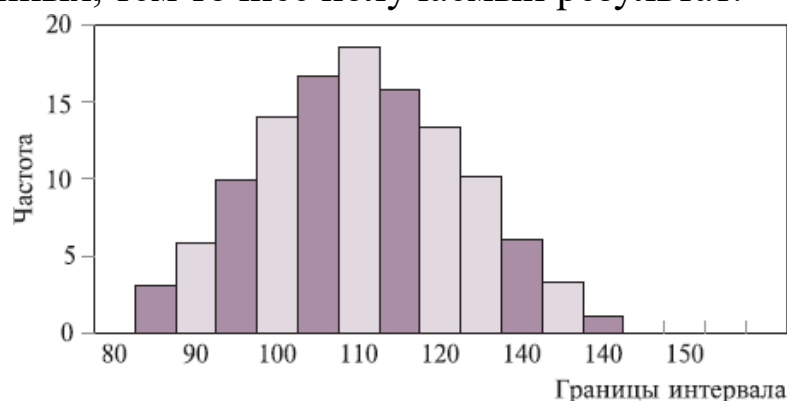


Рис. 4. Гистограмма, соответствующая нормальному распределению

Порядок построения гистограммы следующий:

1. Собрать данные по измеряемым параметрам процесса или продукта, определить максимальное и минимальное значения и размах гистограммы.
2. Определить число интервалов, ширину интервала, разделить полученный диапазон измерений на интервалы.
3. Распределить все данные по измеряемым параметрам по интервалам в порядке возрастания (левая граница первого интервала должна быть меньше наименьшего из имеющихся значений,

правая граница последнего интервала – больше наибольшего значения).

4. Определить частоту попадания данных в каждый интервал.

5. Построить гистограмму, высота столбиков которой соответствует частоте или относительной частоте попадания данных в каждый из интервалов:

- нанести горизонтальную ось, выбрать масштаб, отложить интервалы;

- построить вертикальную ось, выбрать масштаб в соответствии с максимальным значением частот.

4. Диаграмма разброса

Диаграмма разброса – это точечная диаграмма в виде графика, получаемого путем нанесения в определенном масштабе экспериментальных данных [1,2,8-10]. Координаты точек на таком графике соответствуют значениям рассматриваемой величины Y и влияющего на него фактора X . Расположение точек показывает наличие и характер связи $Y=f(X)$ между двумя переменными.

По полученным точкам определяются и числовые характеристики связи между двумя показателями качества: коэффициенты корреляции и регрессии.

Диаграмма разброса применяется для определения корреляционной зависимости и выявления характера связи между парами показателей качества (рис. 5). Данный инструмент контроля качества позволяет наглядно оценить связь между двумя показателями качества. Но, следует учитывать, что для корректного использования диаграмм разброса при принятии решений необходимо владеть полной информацией о значениях рассматриваемых показателей качества.

Для построения диаграммы разброса необходимо:

1. Определить, между какими парами параметров качество необходимо установить наличие и характер связи.

2. Для сбора данных подготовить листок регистрации, в котором должны быть указаны: порядковые номера наблюдений, значения независимого параметра X , значения зависимого параметра Y .

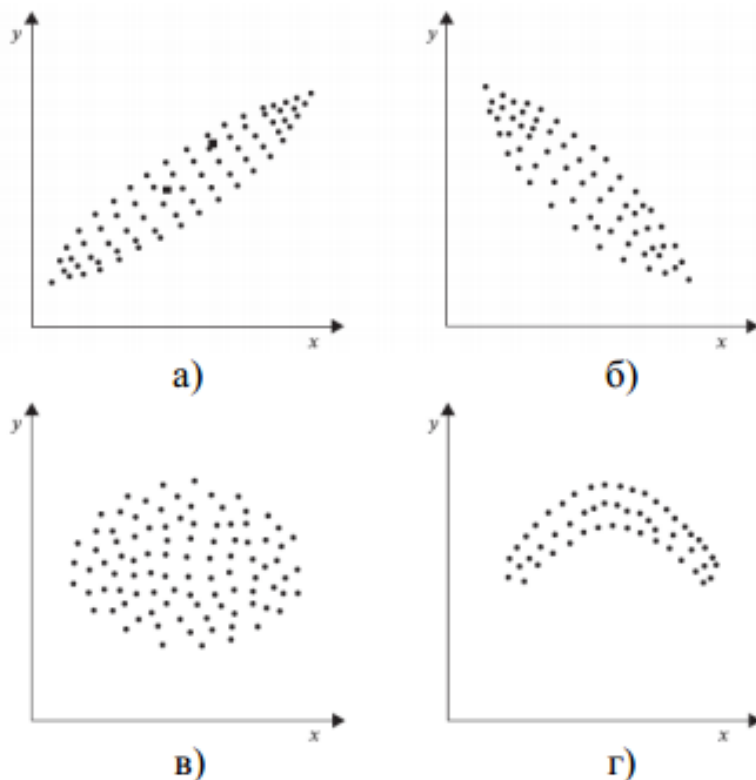


Рис. 5. Диаграммы разброса:

- а) положительная корреляция; б) отрицательная корреляция;
в) отсутствие корреляции; г) криволинейная корреляция

3. Провести наблюдения за значениями пар параметров, по результатам которых заполнить листок регистрации.

4. По записанным в листке регистрации данным построить координатную плоскость XOY , в которой в выбранном масштабе нанести значения для X и Y .

5. Определить наличие и характер связи между парами показателей.

5. Диаграмма Парето

Диаграмма Парето – инструмент качества, позволяющий распределить усилия для решения возникающих проблем, выявив при этом их основные причины [3,8-10].

Использование диаграммы Парето позволяет оценить потери предприятия по всем видам брака для рассматриваемой выпускаемой продукции, а также определить степень важности всех факто- ров, обеспечивающих значения показателей качества.

Различают два вида диаграмм Парето:

1. По результатам деятельности (предназначена для выявления главной проблемы при обеспечении: качества, сроков поставок, безопасности и пр.);

2. По причинам (предназначена для определения причин проблем, возникающих при производстве продукции; для выявления причин используются факторы из диаграмм Исикавы: исполнители работы, оборудование, методы, сырье, измерения).

Диаграмма Парето строится в виде столбчатого графика, на котором в порядке убывания изображены столбцы-причины, оказывающие влияние на качество продукции (рис. 6). Также на диаграмме изображается кумулятивная кривая накопленного процента причин.

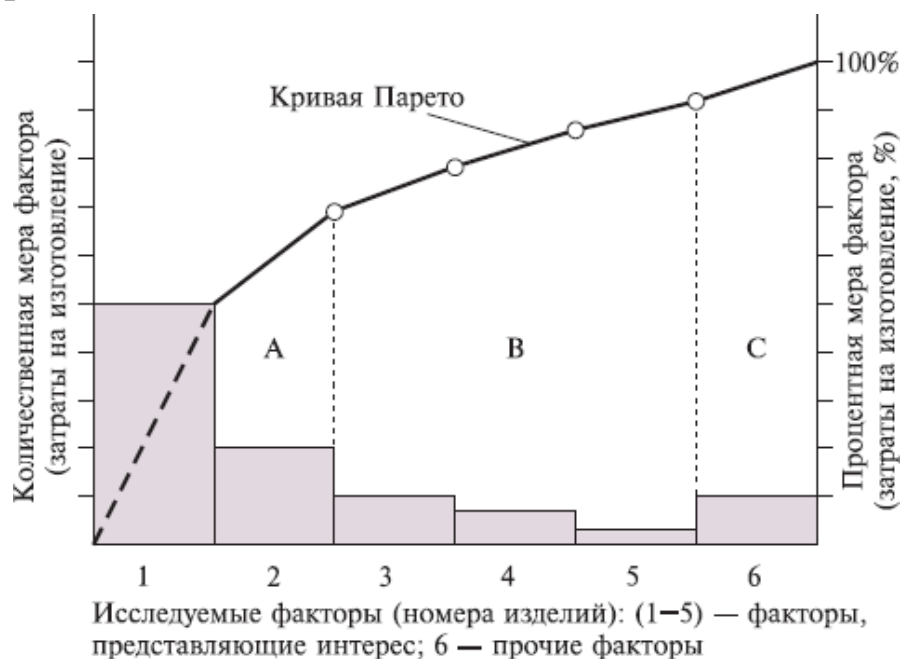


Рис. 6. Диаграмма Парето

Все причины делятся на две группы: существенные немногочисленные, устранив которые, можно устранить почти все потери предприятия, вызванные появлением брака, и несущественные многочисленные.

Для построения диаграммы Парето необходимо:

1. Определить проблемы, которые необходимо исследовать, статистические данные по каждой проблеме, метод и период их сбора.

2. Разработать контрольный листок для регистрации данных.

3. Заполнить разработанный на 2-м этапе контрольный листок.

4. Разработать бланк таблицы для собранных данных; в таблице обязательны графы для: накопленной суммы числа дефектов, процентов к общему итогу и накопленных процентов.

5. Расположить собранные данные по каждому проверяемому признаку в порядке их значимости. При этом последней группой признаков должна быть группа «Прочие».

6. Построить координатную систему для диаграммы Парето: нанести одну горизонтальную ось, которую необходимо разделить на число рассматриваемых признаков, и две вертикальные оси: на левой должна быть нанесена шкала от 0 до максимального значения параметра, на правой – шкала от 0 до 100%.

7. Построить столбчатую диаграмму.

8. Построить кривую Парето: на вертикалях, соответствующих правым концам каждого интервала на горизонтальной оси, нанести точки накопленных сумм (результатов или процентов) и соединить их между собой отрезками прямых.

9. Нанести на диаграмму Парето все необходимые обозначения.

При построении диаграммы Парето используют ABC-анализ, сущность которого заключается в разбиении всех факторов (продукции/причин/дефектов) на 3 группы: А, В и С.

6. Стратификация данных

Стратификация (расслоение) данных – инструмент, позволяющий произвести селекцию данных, отражающую требуемую информацию о процессе [1,2,8-10].

Сущность инструмента в проведении расслоения собранных данных (по исполнителям, методам, оборудованию и пр.) и обработки каждой группы данных. Стратификация позволяет выяснить причину появления дефекта по различным факторам. Таким образом, выделяют факторы первого, второго, третьего и т.д. порядков, оказывающие влияние на качество продукции (процессов, услуг). Если полученные результаты стратификации данных проанализировать сложно, они или подвергаются дальнейшему расслоению, или для их стратификации определяется другой фактор.

Метод расслоения возможно применять не только отдельно от других методов и инструментов контроля качества, но и вместе с ними: при построении причинно-следственных диаграмм, диаграмм Парето, гистограмм и т.д.

7. Диаграмма Исикавы (причинно-следственная диаграмма).

Диаграммой Исикавы (другие ее названия: причинно-следственная диаграмма, диаграмма причин и последствий, «рыбий скелет», «рыбья кость») называется диаграмма, позволяющая определить и систематизировать различные факторы, влияющие на рассматриваемую проблему.

Диаграмма носит имя японского ученого, впервые ее разработавшего, – Такубоку Исикавы (1885-1912) [4,8-10].

Качество изделия складывается из многих показателей, на каждый из которых воздействует большое число факторов.

Диаграмма Исикавы позволяет наглядно показать зависимость между этими факторами (причинами) и показателем качества изделия (процесса, услуги). Для каждой причины (большие стрелки на рис. 7, ведущие к проблеме) определяются свои подпричины, для которых также определяются свои факторы, их вызвавшие (меньшие и самые маленькие стрелки на рис. 7).

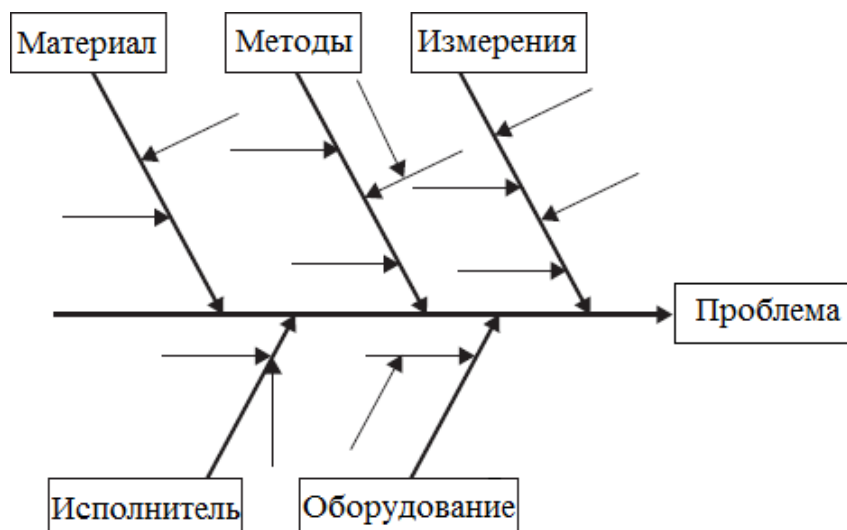


Рис.7. Диаграмма Исикавы

Для составления диаграммы Исикавы необходимо определить максимальное число факторов, влияющих на рассматриваемый по-

казатель качества. При этом широко используют различные методы: 4М (в числе факторов: Man – человек, Machine – оборудование, Material – материал, Method – метод), 5М (в числе факторов – факторы 4М плюс Measurement – измерения) и 6М (в числе факторов – факторы 5М плюс Media – окружающая среда). Самым распространенным методом является метод 5М.

Для выявления большого числа факторов (например, для фактора «Человек» – это: стаж работы, квалификация, пол, возраст и т.д.), необходимо также привлекать лиц, не имеющих отношения к данной проблеме, так как для решения проблемы важны мнения незаинтересованных непривычные к такой работе лиц.

Наиболее эффективен «мозговой штурм» – метод анализа причин, проводимый группой экспертов и привлеченных лиц [5].

Порядок составления диаграммы Исикавы следующий:

1. Определяется проблема, строится прямая горизонтальная стрелка.

2. Определяется один из методов, согласно которому будут определяться влияющие факторы: 4М, 5М или 6М. По числу главных факторов строятся большие наклонные стрелки.

3. Определяются причины, влияющие на главные факторы – причины второго, третьего и последующих порядков, строятся наклонные меньшие и самые маленькие стрелки.

4. Проводится анализ полученной диаграммы (если выделено много факторов, используется стратификация данных; наиболее значимые факторы, которые выражаются количественно, подвергаются дальнейшему анализу с помощью диаграммы Парето).

Диаграмма Исикавы может использоваться для решения проблем в различных сферах производственной деятельности.

Задания

Задание 1. В результате замеров длины обработанной детали получены представленные в табл. 1 значения, в мм. Нормативно-технической документацией предусмотрен допуск на длину детали: $0,750N \pm 0,010N$ мм.

Разработать:

1) контрольный листок регистрации распределения измеряемой длины детали;

2) контрольный листок регистрации данных;

Построить:

1) контрольную X-карту результатов измерений;

2) гистограмму результатов измерений.

Таблица 1

Исходные данные к заданию 1

№ выборки	1	2	3	4	5
1	0,753N	0,752N	0,754N	0,750N	0,749N
2	0,749N	0,754N	0,754N	0,746N	0,748N
3	0,745N	0,755N	0,756N	0,745N	0,745N
4	0,745N	0,756N	0,759N	0,752N	0,746N
5	0,754N	0,750N	0,757N	0,752N	0,746N
6	0,744N	0,746N	0,751N	0,754N	0,749N
7	0,748N	0,748N	0,751N	0,756N	0,751N
8	0,748N	0,744N	0,750N	0,759N	0,750N
9	0,748N	0,750N	0,749N	0,755N	0,749N
10	0,749N	0,758N	0,756N	0,756N	0,746N
11	0,749N	0,754N	0,748N	0,750N	0,746N
12	0,751N	0,753N	0,754N	0,758N	0,749N
13	0,750N	0,747N	0,756N	0,756N	0,749N
14	0,754N	0,745N	0,755N	0,752N	0,750N
15	0,753N	0,757N	0,758N	0,751N	0,750N
16	0,756N	0,755N	0,759N	0,750N	0,751N
17	0,753N	0,747N	0,756N	0,752N	0,749N
18	0,754N	0,745N	0,753N	0,751N	0,748N
19	0,755N	0,743N	0,751N	0,750N	0,747N
20	0,756N	0,741N	0,750N	0,750N	0,741N

Примечание: N – порядковый номер студента в алфавитном списке академической группы учащихся

Задание 2. Построить диаграмму Исикавы с помощью метода 6M по вариантам, представленным в табл. 2, при этом определить факторы, влияющие на проблему до четвертого порядка включительно.

Таблица 2

Исходные данные к заданию 2

№ варианта	Проблема
1	Частые поломки оборудования
2	Трещины в корпусе электронного средства
3	Не выполнена цель предприятия в области качества
4	Неработоспособное состояние электронного средства после планового ремонта
5	Разрыв контракта с иностранным поставщиком
6	Отказ органа по сертификации в выдаче сертификата соответствия на выпускаемую продукцию
7	Получение неудовлетворительной оценки при тестировании нового программного средства
8	Увеличение количества несоответствующей требованиям НТД продукции
9	Большое число неотгруженной продукции на складе
10	Большая текучесть кадров
11	Возврат продукции от потребителей
12	Увеличение числа рекламаций
13	Срыв сроков производства
14	Низкая заработная плата рабочих
15	Низкая надежность работы оборудования
16	Увеличение времени обслуживания одного клиента
17	Увеличение времени производства одного изделия
18	Снижение конкурентоспособности на рынках сбыта
19	Недоставки поставщиком сырья
20	Сложности в понимании интерфейса пользователя программного средства
21	Невозможность установить программное средство на ПК пользователя
22	Увеличение времени установки программного средства
23	Частичное удаление программы с ПК пользователя
24	Неверная установка компонентов программы на ПК
25	Сбои в работе программного средства

Задание 3. Построить диаграмму Парето по данным табл. 3.

Таблица
3

Исходные данные к заданию 3

№ варианта	Количественная мера фактора					
	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5	Фактор 6/ «Другие»
1	13N	57N	234N	148N	18N	29N
2	75N	69N	43N	12N	6N	17N
3	325N	261N	482N	79N	36N	89N
4	78N	54N	50N	53N	14N	3N
5	21N	57N	48N	8N	76N	54N
6	65N	12N	4N	86N	90N	67N
7	63N	124N	79N	37N	5N	59N
8	21N	179N	348N	65N	48N	234N
9	543N	45N	321N	87N	40N	376N
10	34N	65N	78N	9N	54N	32N
11	67N	89N	45N	54N	46N	87N
12	54N	147N	58N	256N	67N	356N
13	54N	26N	78N	12N	23N	91N
14	12N	3N	45N	56N	79N	42N
15	23N	56N	58N	27N	6N	70N
16	78N	54N	94N	130N	12N	59N
17	37N	90N	65N	31N	45N	63N
18	34N	46N	21N	27N	75N	97N
19	23N	58N	35N	10N	2N	77N
20	12N	45N	38N	27N	67N	89N
21	24N	57N	53N	29N	9N	10N
22	98N	51N	34N	10N	112N	51N
23	6N	122N	45N	87N	93N	62N
24	61N	11N	71N	57N	55N	5N
25	15N	13N	8N	5N	14N	24N

Примеры выполнения заданий

Пример 1.

В результате замеров длины обработанной детали получены представленные в табл. 4 данные. Нормативно-технической документацией предусмотрен допуск на длину детали: $0,855 \pm 0,012$ мм.

Разработать: контрольный листок регистрации распределения измеряемого геометрического параметра детали; контрольный листок регистрации данных.

Построить: контрольную \bar{X} -карту результатов измерений; гистограмму результатов измерений.

Таблица 4

Исходные данные к примеру 1

№ выборки	1	2	3	4	5
1	0,855	0,850	0,854	0,849	0,852
2	0,849	0,846	0,854	0,848	0,854
3	0,849	0,845	0,856	0,845	0,855
4	0,845	0,852	0,859	0,846	0,856
5	0,845	0,852	0,857	0,846	0,850

Контрольный листок регистрации распределения измеряемого геометрического параметра детали представлен на рис. 8.

	Отклонение, мм	Замеры					Частота
		1	2	3	4	5	
	-0,013						
*	-0,012						
	-0,011	x					1
	-0,010	x	x	x	x	x	5
	-0,009	x	x				2
	-0,008						
	-0,007	x					1
	-0,006	x	x	x			3
	-0,005	x					1
	-0,004						
	-0,003	x	x	x			3
	-0,002						
	-0,001	x	x	x			3
0,855	0	x	x				2
	0,001	x	x				2
	0,002	x					1
	0,003						
	0,004	x					1
	0,005						
	0,006						
	0,007						
	0,008						
	0,009						
	0,010						
	0,011						
*	0,012						
	0,013						
Итого							25

Рис. 8. – Контрольный листок регистрации распределения измеряемого параметра

Контрольный листок регистрации данных
представлен нарис. 9.

Значение параметра, мм	Результаты замеров	Итоги по результатам замеров
0,844	/	1
0,845	###	5
0,846	//	2
0,847		
0,848	/	1
0,849	///	3
0,850	/	1
0,851		
0,852	///	3
0,853		
0,854	///	3
0,855	//	2
0,856	//	2
0,857	/	1
0,858		
0,859	/	1
Итого		25

Рис. 9. Контрольный листок регистрации данных

Для построения контрольной \bar{X} - карты результатов измерений необходимо составить табл.5.

Таблица 5

Процесс обработки детали

№ выборки	Среднее выборки \bar{X} мм	Размах выборки R , мм
1	0,852	0,006
2	0,850	0,008
3	0,850	0,011
4	0,852	0,014
5	0,850	0,012

Согласно ГОСТ Р 50779.42-99 [6], необходимо определить центральную линию $\bar{\bar{X}}$ и контрольные границы: верхнюю UCL и нижнюю LCL по формуле [6]:

$$UCL, LCL = \bar{\bar{X}} \pm A_2 \bar{R}, \quad (1)$$

где $\bar{\bar{X}}$ – центральная линия, $\bar{\bar{X}} = 0,851$ мм;

A_2 – коэффициент для вычисления контрольных границ, согласно ГОСТ Р 50779.42, для 5-ти измерений, $A_2=0,577$;

\bar{R} – средний размах по всем выборкам, $\bar{R} = 0,01$ мм.

Контрольная \bar{X} карта результатов измерений представлена на рис. 10. Изображенная контрольная карта построена с помощью Microsoft Excel, но наиболее удобная программа для обработки статистических данных – программа STATISTICA.

Гистограмма результатов измерений представлена на рис. 11.

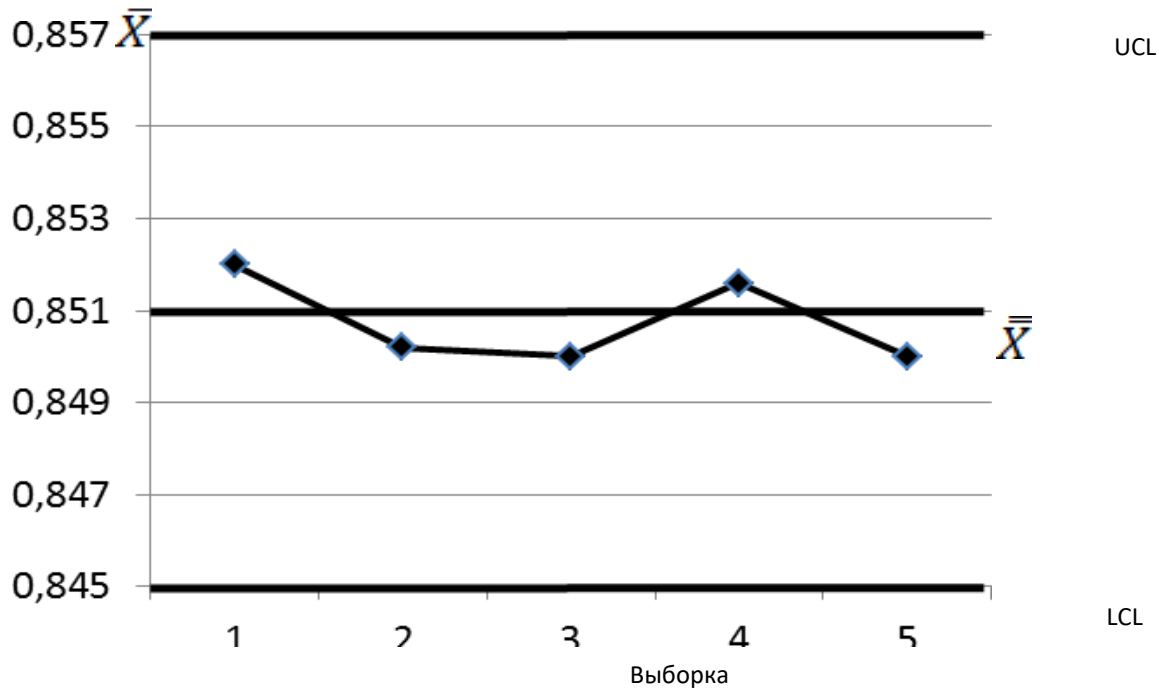


Рис. 10. Контрольная \bar{X} карта результатов измерений

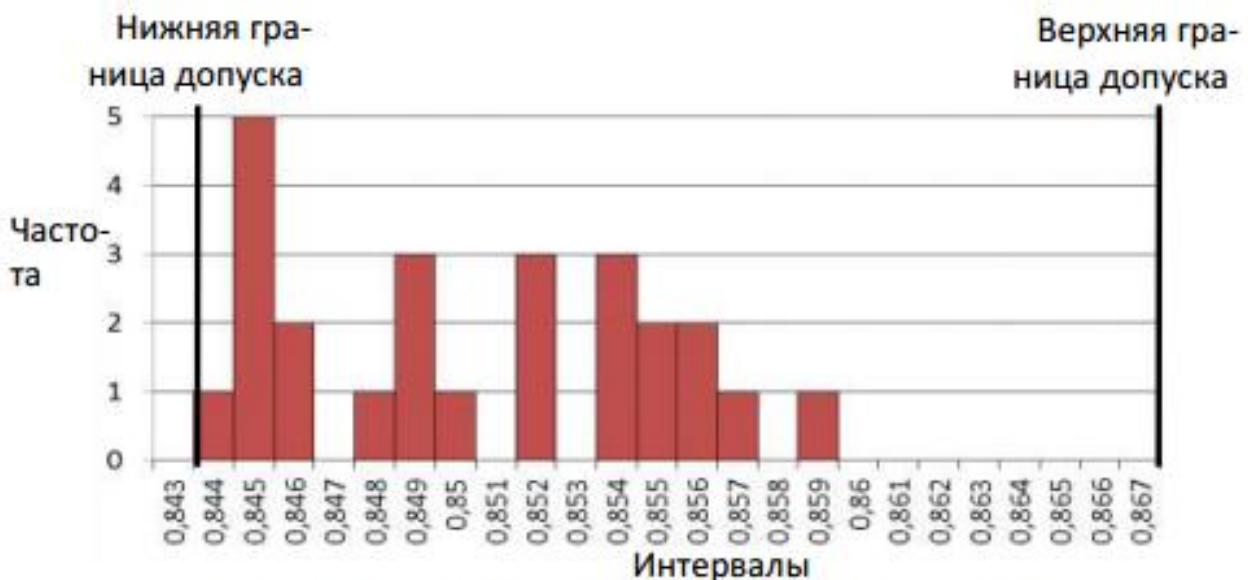


Рис. 11. Гистограмма результатов измерений

Пример 2. Построить диаграмму Исикавы с помощью метода 5М для определения факторов, влияющих на динамику качества машиностроительной продукции.

Причинно-следственная диаграмма факторов, влияющих на динамику качества машиностроительной продукции представлена на рис. 12[7].

Пример 3. Построить диаграмму Парето по данным табл. 6.

Таблица 6

Исходные данные к примеру 3

Количественная мера фактора				
Фактор 5	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 1/ «Другие»
345	89	169	236	23

В данном примере диаграмму Парето будет построена с помощью MicrosoftExcel, но наиболее удобная программа для ее построения – программа STATISTICA.

Для построения диаграммы Парето необходимо составить таблицу 7.

Таблица 7

Данные для диаграммы Парето

Факторы	Количественная мера	Доля колич. меры фактора от суммы, %	Накопление воздействия, %
Фактор 5	345	40	40
Фактор 4	236	27	67
Фактор 3	169	20	87
Фактор 2	89	10	97
Фактор 1/ «Другие»	23	3	100
Сумма	862	100	

Диаграмма Парето, построенная в MicrosoftExcel по данным столбцов 3 и 4 табл. 7, представлена на рис. 13.

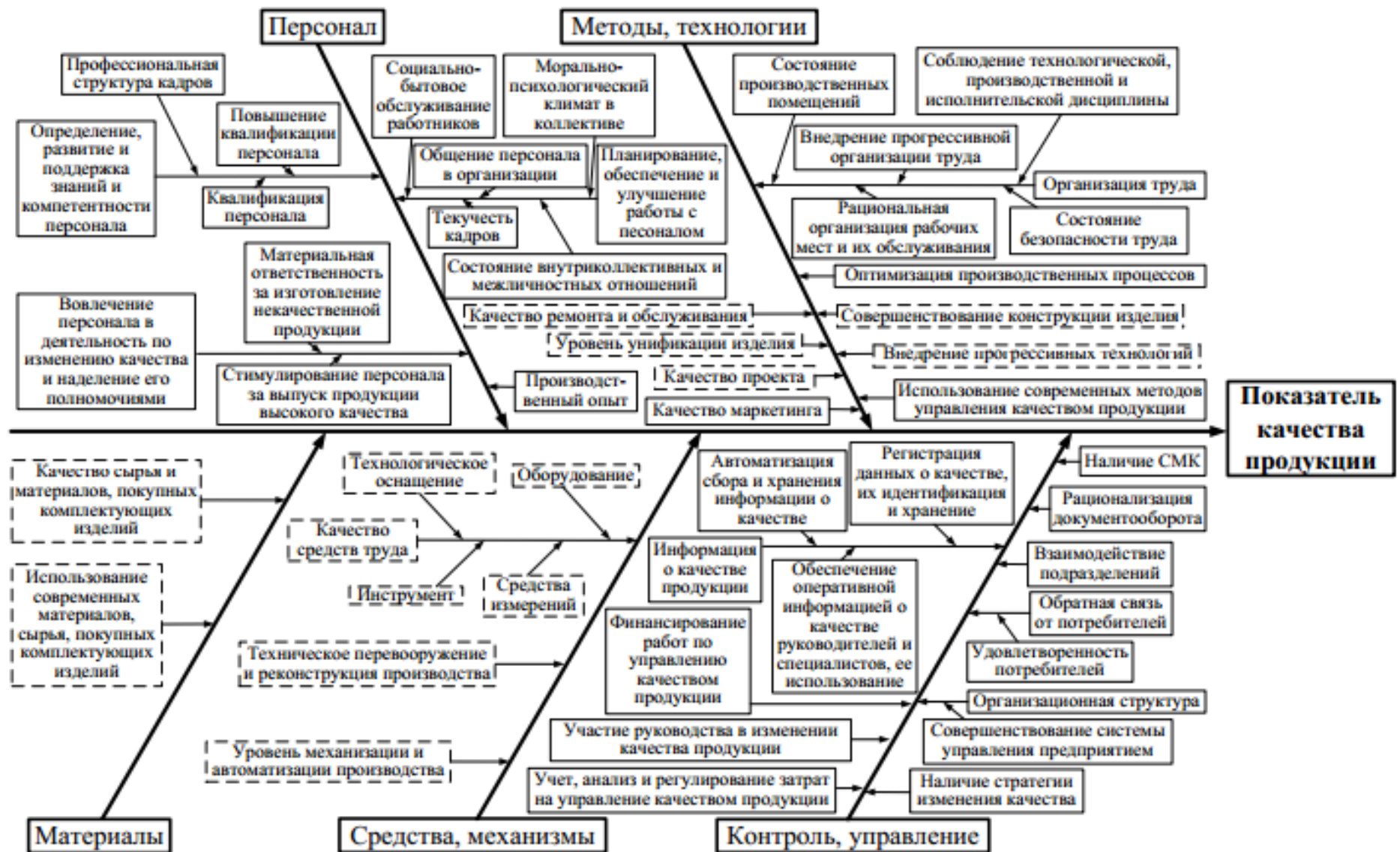


Рис. 12. Диаграмма Исикавы факторов, влияющих на динамику качества машиностроительной продукции [7]

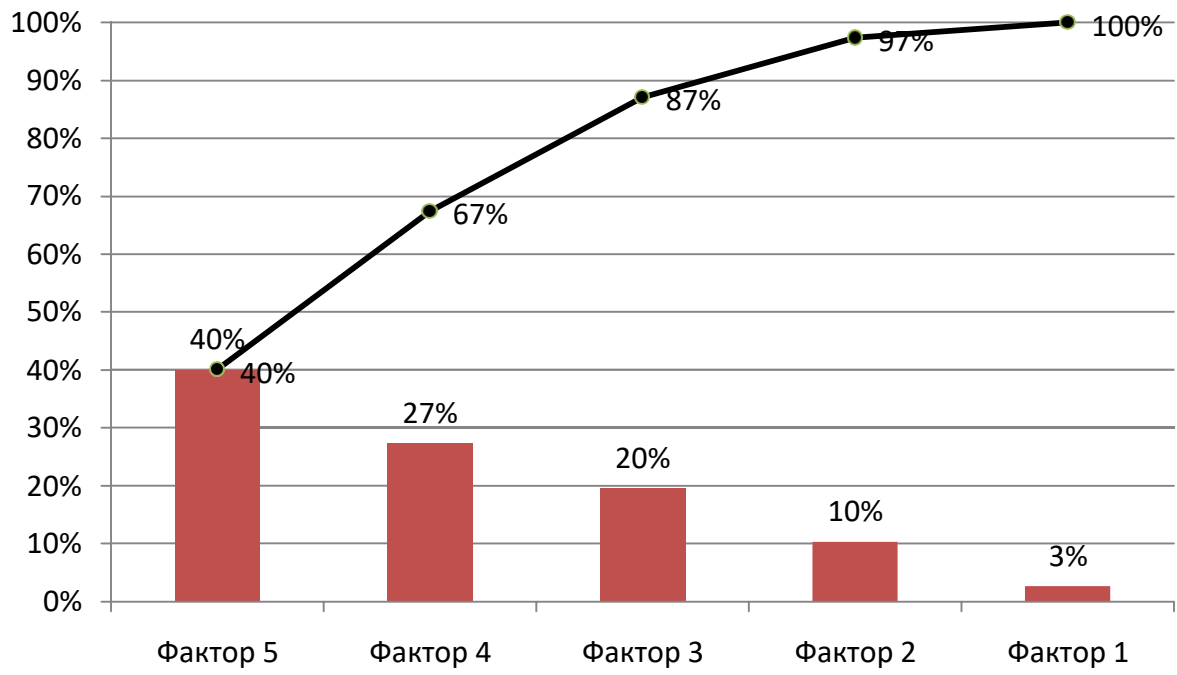


Рис. 13 – Диаграмма Парето в Microsoft Excel

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2. НОВЫЕ МЕТОДЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Цели работы:

- определить главные и вторичные факторы, влияющие на качество;
- получить практические навыки распределения факторов по степени важности;
- приобрести практические навыки построения диаграмм: связей; древовидной; матричной Х-формы; PDPC.

Краткие теоретические положения

Союз Японских Ученых и Инженеров разработал новый набор инструментов, также позволяющих эффективно решить задачу менеджмента качества.

Эти инструменты получили название семи новых или новейших инструментов управления качеством.

К ним относятся[1]:

- 1) диаграмма сродства(КJ-метод);
- 2) диаграмма связей;
- 3) древовидная диаграмма (дерево решений);
- 4) матричная диаграмма (матрица, таблица качества);
- 5) стрелочная диаграмма (сетевой график, диаграмма Ганта);
- 6) матрица приоритетов;
- 7) диаграмма процесса осуществления программы (processdecisionprogramchart – PDPC).

1. Диаграмма сродства

Диаграмма сродства –это инструмент качества, позволяющий выявить основные нарушения рассматриваемого процесса с помощью обобщения и анализа данных (рис. 1).

Порядок построения диаграммы:

1. Определение проблемы.
2. Сбор данных (возможно использовать различные методы, в том числе «мозговой штурм») и их фиксация на карточках.
3. Сортировка карточек – группировка родственных данных по направлениям различных уровней, построение иерархии.
4. Определение сродства групп данных.

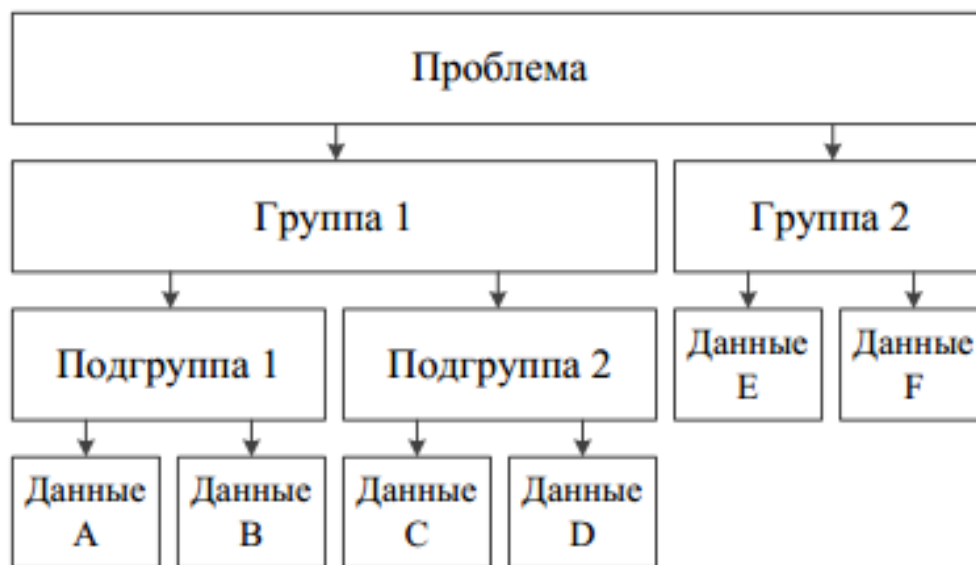


Рис. 1. Диаграмма сродства

Главное достоинство диаграммы – это возможность раскрытия родства между различными данными. Недостаток диаграммы – с увеличением количества данных их родство будет сложно определить.

Результатом использования этого инструмента качества является новое понимание причин проблем, требований и новые пути решения старых проблем.

2. Диаграмма связей

Диаграмма связей – это инструмент менеджмента качества, позволяющий выявлять логические связи между основной проблемой и различными факторами (рис. 2). Задачей этого инструмента является установление соответствия основных причин нарушения процесса, выявленных другим методом, тем проблемам, которые требуют решения [1-5].

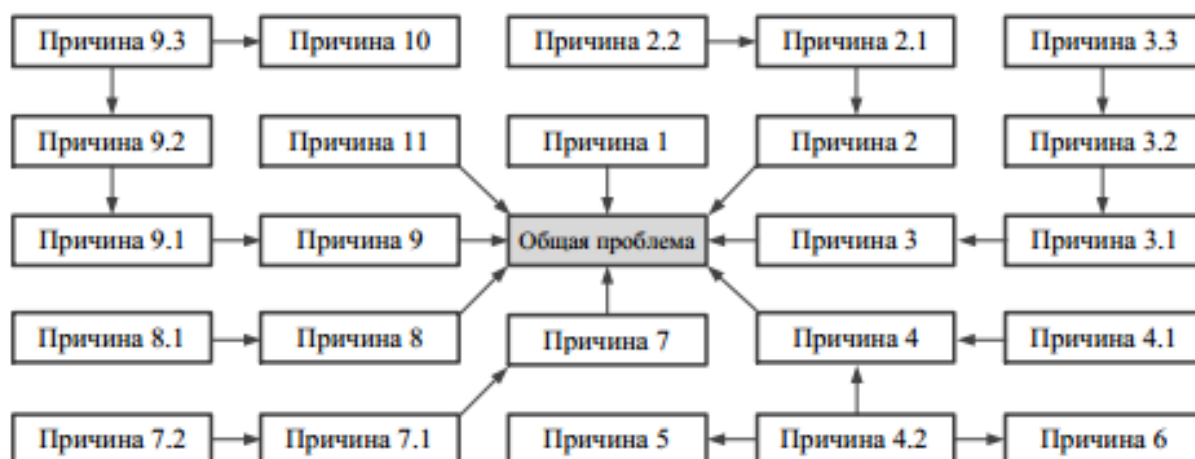


Рис. 2. Диаграмма связей

Порядок построения диаграммы связей аналогичен порядку построения диаграммы средства. Отличие заключается в следующем:

- после фиксации на карточках всех данных необходимо карточку со сформулированной проблемой расположить в центре, а вокруг нее разместить карточки с причинами ее возникновения, – при этом, чем ближе карточка-причина расположена к карточке-проблеме, тем эта причина существеннее;

- затем необходимо выявить связи между причинами и результатами, задав вопросы: «Имеется ли между этими двумя событиями связь?» и «Почему это событие является причиной возникновения другого события?» (при этом вначале устанавливается взаимосвязь между родственными причинами);

- выявленные связи необходимо обозначить стрелками, показывая направление влияния;

- подсчитать число стрелок, исходящих из каждого и входящих в каждое событие: событие с наибольшим числом исходящих стрелок является исходным (выделяют два или три исходных события-проблемы, после чего решают, какую из них нужно устранить в первую очередь).

Достоинство диаграммы связей – это ее наглядность, простота освоения и применения. Недостатком является низкая эффективность диаграммы при проведении анализа сложных процессов. Ожидаемый результат – выявление логических связей между при-

чинами возникновения проблемы и определение факторов, которые ведут к решению проблемы.

3. Древоподобная диаграмма

Древоподобная диаграмма (дерево решений) – это инструмент управления качеством, позволяющий осуществить систематический поиск наиболее подходящих и эффективных средств решения проблем [1,6]. Диаграмма строится в виде многоступенчатой древоподобной структуры, составными частями которой являются: факторы, причины, средства или способы решения проблемы (рис. 3).



Рис. 3. Древоподобная диаграмма

Древоподобная диаграмма применяется для выявления связей между рассматриваемой проблемой и ее причинами.

4. Матричная диаграмма

Матричная диаграмма – это инструмент менеджмента качества, позволяющий выявлять важность скрытых, неочевидных связей между различными элементами. Цель диаграммы – изображение контура связей и корреляций между элементами, с выделением их относительной важности.

Обычно используются двумерные матрицы в виде таблиц со строками a_1, a_2, \dots, a_n и столбцами b_1, b_2, \dots, b_n , где $a_1, a_2, \dots, a_n, b_1, b_2, \dots, b_n$ – элементы исследуемых объектов A и B [7].

Связь между элементами (характеристиками) объектов A и B на матрицах изображается с помощью символов, характеризующих степень тесноты этих связей.

Существуют три вида матричных диаграмм: *L*-форма, *T*-форма и *X*-форма (рис. 4).

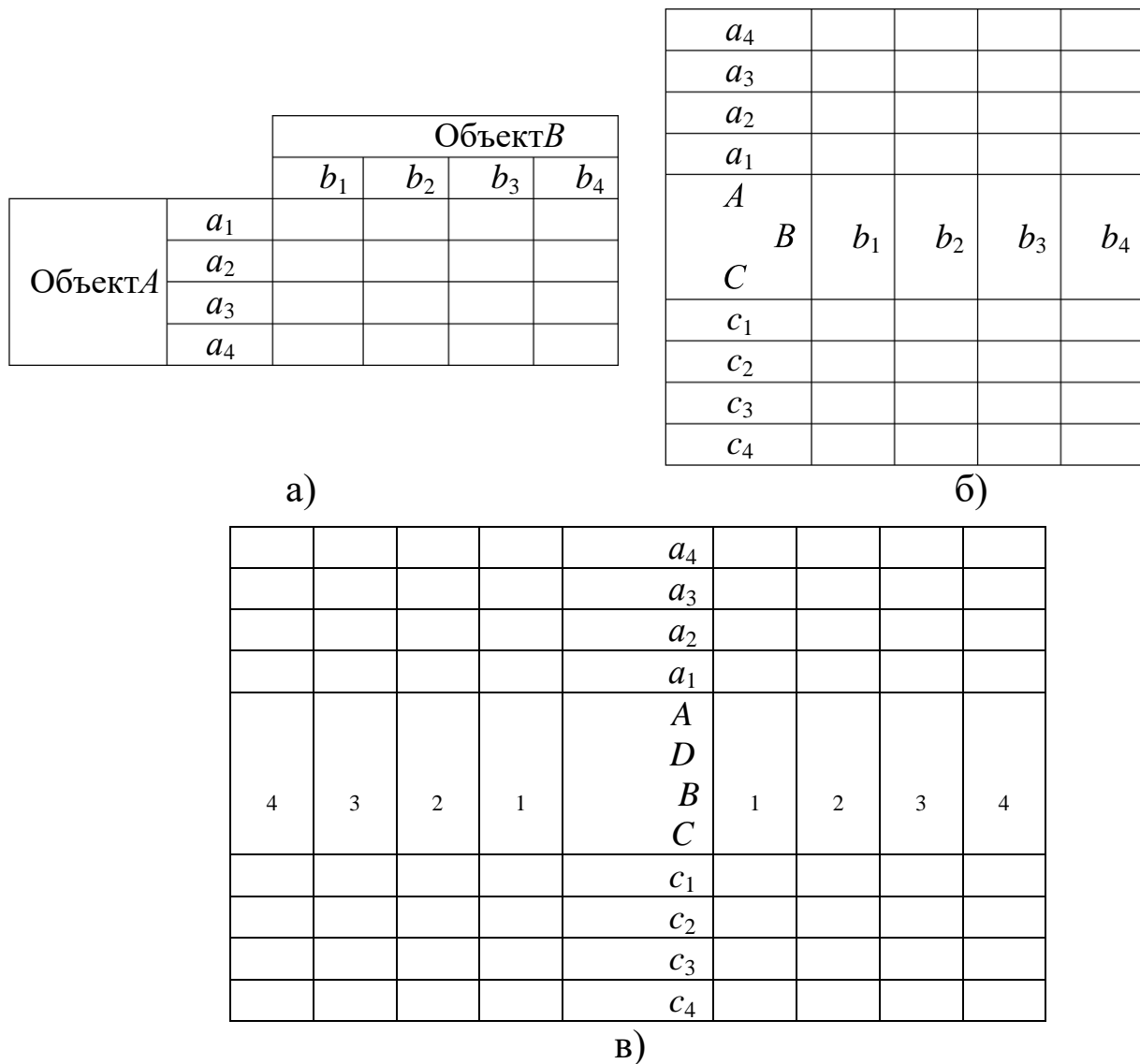


Рис. 4. Матричные диаграммы: а) *L*-форма; б) *T*-форма; в) *X*-форма

Матричная диаграмма в виде *L*-формы (таблица качества) (рис. 4а) — это базовая форма матричной диаграммы, которая часто встречается на практике (пример — метод разворачивания функции качества *QFD* или «Дом качества»). В ее основу входят взаимосвязанные группы элементов двух объектов, расположенные в строках и столбцах матрицы.

Матричная диаграмма в виде *T*-формы (рис. 4б) — это комбинация двух диаграмм *L*-формы, в которой представлены характеристики трех объектов. *T*-форма матричной диаграммы позволяет оп-

ределить взаимосвязь между характеристиками двух пар объектов ($A-B$ и $B-C$), при этом нерассмотренными остаются взаимосвязи между характеристиками третьей пары объектов ($A-C$).

Матричная диаграмма в виде X -формы (рис. 4в) – это комбинация четырех диаграмм L -формы, в которой представлены характеристики четырех объектов. X -форма матричной диаграммы позволяет определить взаимосвязь между характеристиками четырех пар объектов ($A-B$, $B-C$, $A-D$, $D-C$), при этом нерассмотренными остаются взаимосвязи между характеристиками двух пар объектов ($A-C$, $B-D$).

Для определения взаимосвязей между всеми парами объектов следует несколько видоизменить диаграммы T - и X -форм, а именно: для T -формы – поменять местами характеристики объектов A и B (или B и C); для X -формы – также поменять местами характеристики объектов A и B (или B и C , или A и D , или D и C).

Достоинства матричных диаграмм заключается в том, что с помощью них возможно определить взаимосвязи между достаточно большим количеством характеристик объектов, при этом сила (теснота) взаимосвязи может выражаться как количественно (баллы, проценты, условные единицы и т.д.), так и с помощью порядковой шкалы: Δ – слабая связь, O – средняя связь, \otimes – сильная связь.

5. Стрелочная диаграмма

Стрелочная диаграмма – инструмент менеджмента качества, позволяющий планировать оптимальные сроки выполнения всех работ для достижения поставленной цели, а также эффективно контролировать ход выполнения работ [8].

Достоинства стрелочной диаграммы (рис. 5) заключаются в наглядности представления хода проведения работ. Из диаграммы также видны порядок и сроки проведения различных этапов работ.

Стрелочные диаграммы широко применяются при планировании, проектировании, разработке, и контроле производственной деятельности.

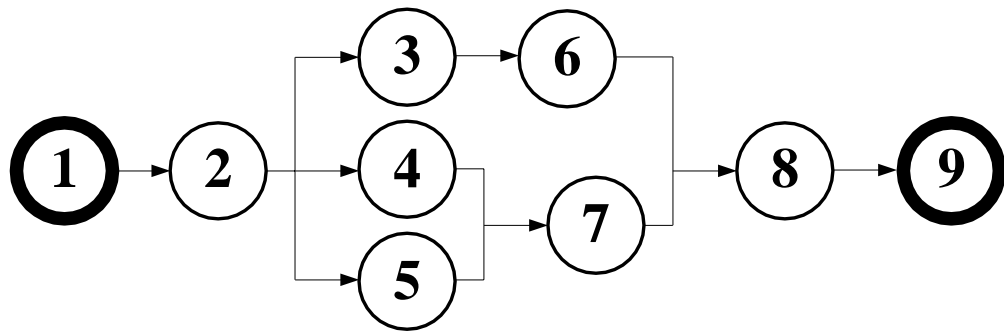


Рис. 5. Стрелочная диаграмма:

- – начало и окончание действия (события, работы);
 → – работа или действие; ○ – вехи проекта

6. Матрица приоритетов

Матрица приоритетов (анализ матричных данных) – это инструмент менеджмента качества, служащий для обработки большого количества числовых данных, полученных при построении матричных диаграмм. Целью построения матрицы приоритетов является выявления приоритетных данных. Такой анализ требует статистических сведений.

Достоинства матрицы приоритетов заключаются в том, что она позволяет: анализировать связанные между собой процессы производства и причины несоответствий, связанные с большим числом статистических данных; выполнять комплексные оценки качества продукции и процессов; анализировать нелинейные данные; наглядно продемонстрировать результаты анализа [9].

Недостаток матрицы приоритетов заключается в том, что она подразумевает глубокие знания в области статистики.

Результаты анализа могут быть представлены графически (на осях абсцисс и ординат обозначаются важнейшие компоненты данных (рис. 6)).

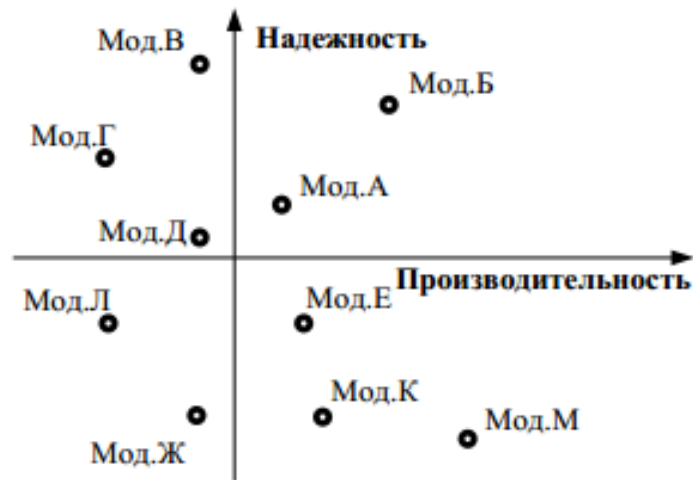


Рис. 6. Анализ матричных данных
«Электронное оборудование»

На рис. 6 представлен анализ матричных данных по электронному оборудованию, из которого можно определить модель оборудования, имеющую наибольшую производительность и наибольшую надежность – мод. Б. При этом оборудование мод. Ж и мод. Л имеют наименьшую надежность при наименьшей производительности.

Результатом данного инструмента является принятие решения на основании анализа матричных данных.

7. PDPC-диаграмма

Диаграмма процесса осуществления программы (processdecisionprogramchart – PDPC) отображает последовательность действий и решений, необходимых для получения желаемого результата.

PDPC-диаграмма используется для решения сложных проблем на предприятии [1,8,9]. Диаграмма наиболее эффективно может быть применена при планировании процессов, т.к. с ее помощью обеспечивается детальное планирование последовательности действий при выполнении каждой работы.

Диаграмма процесса осуществления программы представляет собой блок-схему, отображающую последовательность действий и

решений, необходимых для получения запланированного результата (рис. 7).

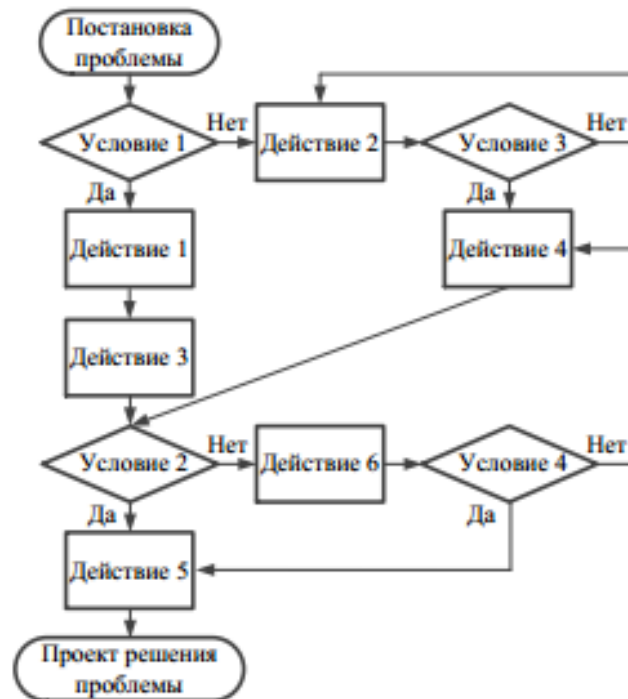


Рис. 7. PDPC-диаграмма

С помощью диаграммы PDPC предлагаются возможные варианты решения поставленной задачи и пути их реализации.

Достоинства применения PDPC-диаграммы заключаются в том, что она позволяет: планировать процесс в рамках конкурентной борьбы, наглядно его представить и контролировать от его начала до конца.

Недостатками метода могут служить следующие факты: из-за непредвиденных технических и др. проблем процесс не всегда протекает в соответствии с планом.

Результат применения PDPC-диаграмм – это подготовка проекта решения проблемы.

Задание

По данным таблицы 1 для определения путей решения проблемы, построить:

- 1) Диаграмму связей;
- 2) Древоподобную диаграмму;

3) Матричную диаграмму X-формы (объекты и их характеристики необходимо определить самостоятельно);

4) PDPC-диаграмму.

Таблица 1

Исходные данные к заданию

№ варианта	Проблема
1	Частые поломки электронного оборудования
2	Трещины в корпусе электронного средства
3	Не выполнена цель предприятия в области качества
4	Неработоспособное состояние электронного средства после планового ремонта
5	Разрыв контракта с иностранным поставщиком
6	Отказ органа по сертификации в выдаче сертификата соответствия на выпускаемую продукцию
7	Получение неудовлетворительной оценки при тестировании нового программного средства
8	Увеличение количества несоответствующей требованиям НТД продукции
9	Большое число неотгруженной продукции на складе
10	Большая текучесть кадров
11	Возврат продукции от потребителей
12	Увеличение числа рекламаций
13	Срыв сроков производства
14	Низкая заработная плата рабочих
15	Низкая надежность работы оборудования
16	Увеличение времени обслуживания одного клиента
17	Увеличение времени производства одного изделия
18	Снижение конкурентоспособности на рынках сбыта
19	Недоставки поставщиком сырья
20	Сложности в понимании интерфейса пользователя программного средства
21	Невозможность установить программное средство на ПК пользователя
22	Увеличение времени установки программного средства
23	Частичное удаление программы с ПК пользователя
24	Неверная установка компонентов программы на ПК
25	Сбои в работе программного средства

Пример выполнения задания

1. Диаграмма связей для решения проблемы «Недостаток понимания служащими компании необходимости продолжения улучшения качества» представлена на рис. 8.



Рис. 8. Диаграмма связей
«Недостаток понимания служащими компании
необходимости продолжения улучшения качества»

2. Древоподобная диаграмма для решения проблемы «Определение оптимальных требований для телефонного автоответчика» представлена на рис. 9.

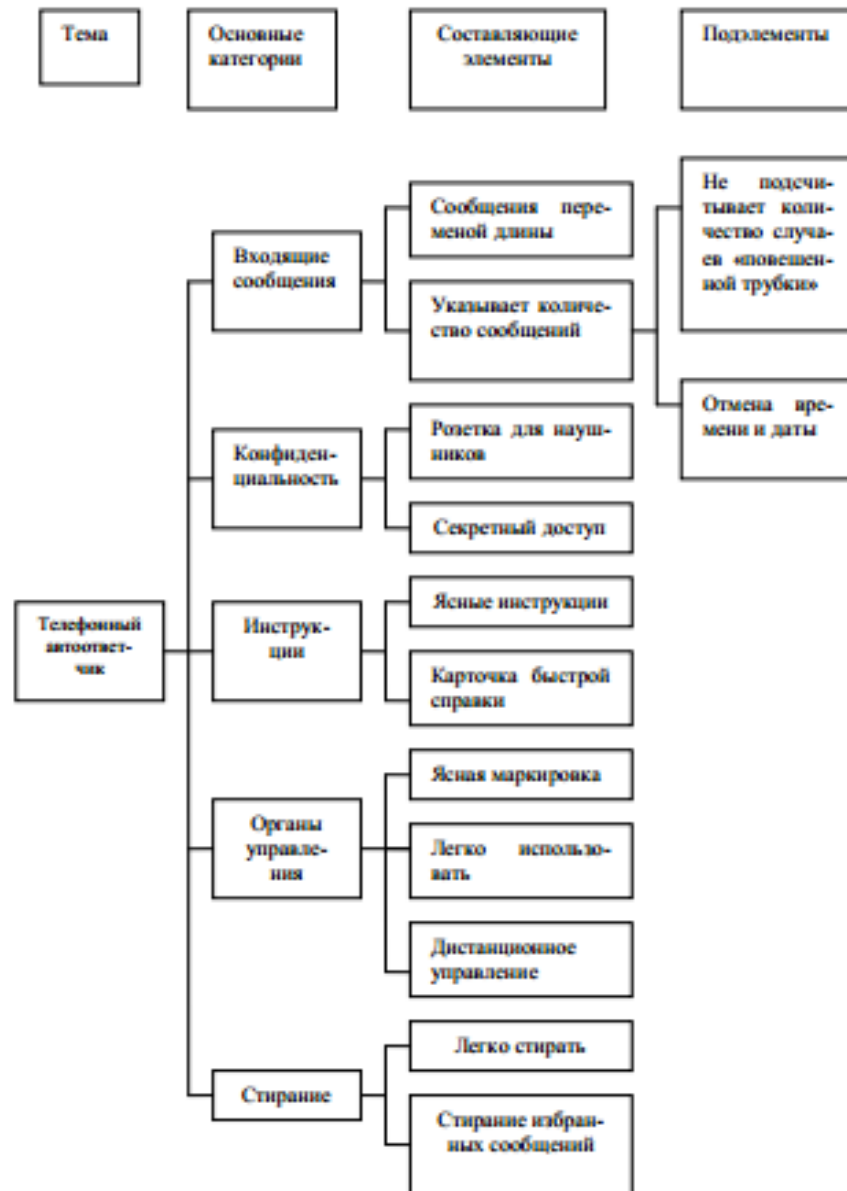


Рис. 9. Древоподобная диаграмма для решения проблемы «Определение оптимальных требований для телефонного автоответчика»

3. Матричная диаграмма Х-формы для решения проблемы «Определение основных факторов, влияющих на показатель качества продукции » представлена на рис. 10.

Δ	⊗	⊗	Использование современных материалов	⊗			О
О	⊗	О	Качество сырья и материалов				
Уровень автоматизации	Технологическое оборудование	Средства измерений	С DB А	Квалификация персонала	Социально-бытовое обслуживание работников	Текучесть кадров	Стимулирование персонала
О	⊗	Δ	Состояние производственных помещений			О	О
Δ	⊗	Δ	Рациональная организация рабочих мест	Δ	О	О	Δ
⊗	⊗	⊗	Внедрение прогрессивных технологий	⊗			⊗
⊗	⊗		Состояние безопасности труда		⊗	О	⊗

Рис. 10. Матричная диаграмма «Определение основных факторов, влияющих на показатели качества продукции»:

А – методы, технологии; В – персонал;
С – материалы; D – средства, механизмы

3. PDPC-диаграмма для решения проблемы «Выбор поставщика сырья» представлена на рис. 11.

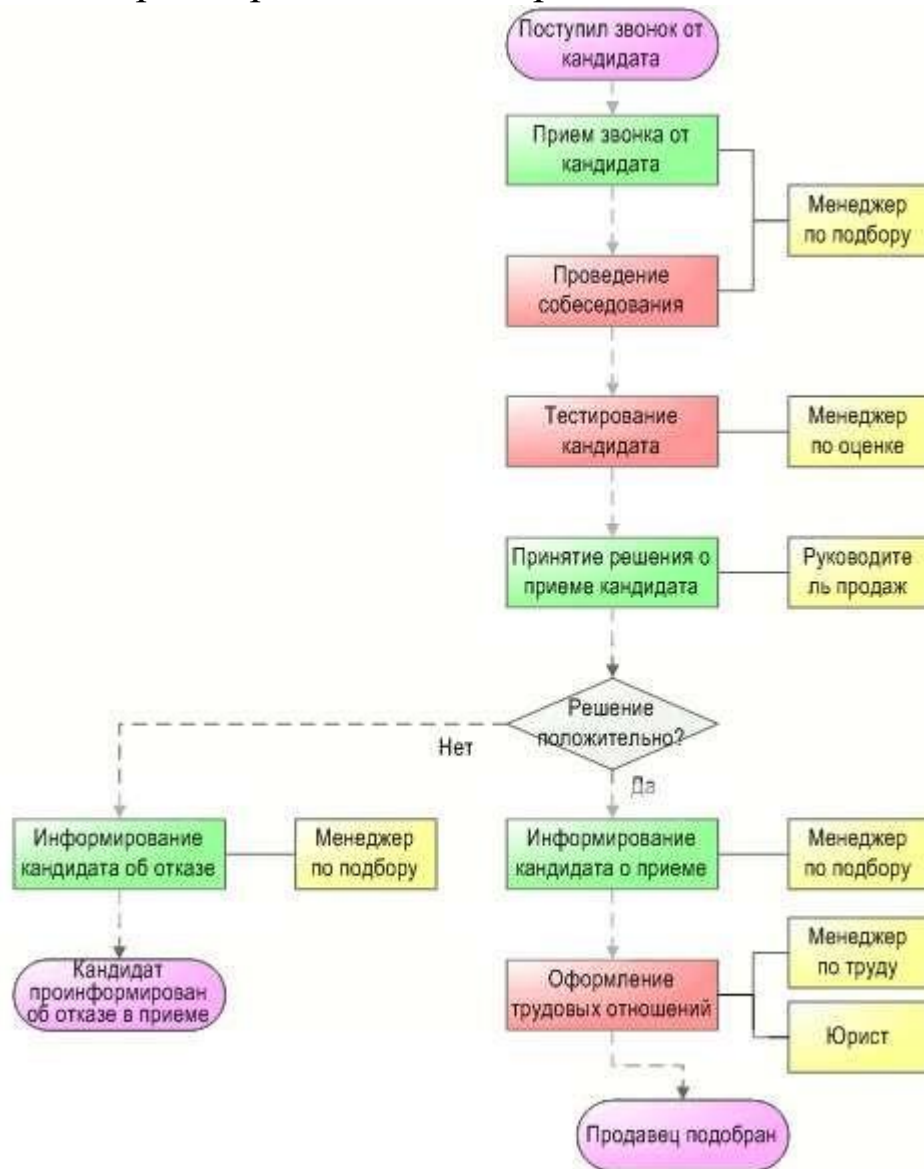


Рис. 11. PDPC-диаграмма «Выбор поставщика сырья»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Цели работы:

- получить теоретические знания о способах и методах оценки уровня качества продукции;
- приобрести практические навыки определения уровня качества продукции.

Краткие теоретические положения

Для оценки уровня качества продукции используются следующие методы: дифференциальный, комплексный и смешанный [1].

1. Дифференциальный метод

Дифференциальный метод оценки уровня качества продукции заключается в сравнении единичных показателей качества оцениваемой продукции с соответствующими базовыми единичными показателями качества. При этом для каждого показателя качества рассчитываются относительные показатели [1]:

$$K_i = \frac{P_i}{P_{i0}}, \quad (1)$$

где P_i – значение i -го показателя качества оцениваемой продукции;
 P_{i0} – базовое значение i -го показателя качества.

Если оцениваемая продукция имеет все относительные показатели качества $K_i \geq 1$, то уровень ее качества выше или равен базовому P_{i0} ; если все $K_i < 1$, то ниже.

Возможны случаи, когда часть значений $K_i \geq 1$, а часть $K_i < 1$. При этом все оцениваемые показатели качества необходимо разделить на две группы. В первую группу должны войти показатели, отражающие наиболее существенные свойства продукции, во вторую – второстепенные показатели.

Если относительные показатели первой группы и большая часть относительных показателей второй группы больше или равны единице, то уровень качества оцениваемой продукции не ниже базового.

Если для первой группы часть значений меньше единицы, то необходимо провести комплексную оценку уровня качества [2-5].

Ограничение для применения метода: трудность принятия решения по значениям многих единичных показателей качества.

2. Комплексный метод

Применение комплексного метода оценки уровня качества предусматривает использование комплексного показателя качества. При этом уровень качества определяется согласно выражению [1]:

$$K = \frac{Q_{\text{оц}}}{Q_{\text{баз}}}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{оц}}$ – комплексный показатель качества продукции;

$Q_{\text{баз}}$ – базовый обобщенный показатель качества.

Также существуют варианты комплексного метода: когда можно выделить главный показатель, характеризующий основное назначение изделия, и установить его функциональную зависимость от других единичных показателей; когда невозможно построить функциональную зависимость, комплексный вычисляется как средневзвешенная величина:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n m_i P_i}{n}, \quad (3)$$

где m – коэффициент весомости i -го показателя ($\sum_{i=1}^n m_i = 1$);

P – единичный показатель;

n – число единичных показателей.

3. Смешанный метод

Рассмотренные методы оценки уровня качества продукции не всегда решают поставленные задачи. Так, при оценке качества продукции, имеющей широкую номенклатуру показателей качества, с помощью дифференциального метода практически невозможно сделать обобщающий вывод, а использование комплексного метода не позволяет объективно учесть все значимые свойства оцениваемой продукции. В этом случае оценку уровня качества производят **смешанным методом**, использующим единичные и комплексные показатели качества [1]. При этом методе единичные показатели качества объединяются в группы (например, показатели назначения, эстетические) и для каждой группы определяют комплексный показатель. Наиболее важные показатели не объединяют в группы, - их используют как единичные [6-9].

4. Комплексная оценка уровня качества продукции

Для комплексной оценки уровня качества разнородной продукции применяют *индексы качества продукции*.

Индекс качества продукции – комплексный показатель качества разнородной продукции, равный среднему взвешенному значению относительных показателей качества различных видов продукции за рассматриваемый период [1]. Индексы качества используют при составлении планов повышения качества и проверке их выполнения, при сопоставлении качества продукции различных предприятий, при оценке стабильности производства.

Как правило, индекс качества вычисляют на основе главного показателя, например, производительности или долговечности изделий. Главный показатель качества может быть комплексным.

Для нескольких видов продукции индекс качества вычисляется по формуле [1]:

$$И = \frac{\sum_{i=1}^s N_i K_i Ц_i}{\sum_{i=1}^s N_i Ц_i}, \quad (4)$$

где K_i – относительный показатель качества i -го вида продукции;

N_i – количество изделий i -го вида или объем i -й продукции за текущий период;

$Ц_i$ – оптовая цена продукции i -го вида, руб;

s – число видов продукции.

При этом сумма, на которую выпущена продукция i -го вида:

$$C_i = N_i Ц_i, \quad (5)$$

а общая сумма, на которую выпущена продукция s видов:

$$C = \sum_{i=1}^s C_i. \quad (6)$$

При вычислении индексов качества для базового и отчетного периодов необходимо определять фактические уровни качества для каждого периода, при том, что цена для обоих периодов принимается одной и той же.

Индексы качества могут вычисляться не только для цеха и участка, но и для завода, организации, отрасли в целом. Для вышестоящей организации индекс качества определяется по формуле:

$$И_{\text{общ}} = \frac{\sum_{j=1}^m C_j И_{kj}}{\sum_{j=1}^m C_j}, \quad (7)$$

где C_j – сумма, на которую выпущена продукция j -м объектом;

I_{kj} – индекс качества j -го объекта;
 m – число объектов.

Если оцениваемая продукция имеет сортность, то в роли индекса качества применяется **коэффициент сортности**, равный отношению фактической стоимости выпущенной продукции в оптовых ценах к её условной стоимости при допущении, что вся она выпущена высшим сортом:

$$K_c = \frac{\sum_{i=1}^s (\sum_{k=1}^n C_{ik} N_{ik})}{\sum_{i=1}^s C_{il} \sum_{k=1}^n N_{ik}}, \quad (8)$$

где s – количество видов продукции;

n – количество сортов продукции;

C_{ik} – цена продукции i -го вида k -го сорта;

N_{ik} – объём выпуска продукции i -го вида k -го сорта;

C_{il} – цена продукции i -го вида наивысшего сорта.

Коэффициент сортности, как и индекс качества, вычисляется для цеха, завода, фирмы, отрасли в целом. Если для m рассматриваемых объектов известны коэффициенты сортности K_{cj} и соответствующие суммы C_j , на которые выпущена продукция, то общий коэффициент сортности вычисляют по формуле [1]:

$$K_c = \frac{\sum_{j=1}^m C_j K_{cj}}{\sum_{j=1}^m C_j}. \quad (9)$$

Коэффициент и индекс дефектности продукции являются видами индексов качества, характеризующими качество продукции, находящейся в процессе изготовления. Они используются при оценке качества труда в отдельных производственных подразделениях

Коэффициент дефектности – среднее взвешенное количество дефектов, приходящееся на единицу продукции i -го вида:

$$D_i = \frac{\sum_{j=1}^d m_j r_j}{n}, \quad (10)$$

где d – число видов дефектов в данной продукции;

m_j – коэффициент весомости дефектов j -го вида;

r_j – число дефектов j -го вида;

n – объём выборки продукции.

Коэффициенты весомости m_j можно определять экспертным методом или принимать пропорциональными стоимости устранения дефектов.

Относительный показатель дефектности продукции i -го вида

$$q_i = \frac{D_i}{D_{i6}}, \quad (11)$$

где D_{i6} – базовое значение коэффициента дефектности, принятое по результатам работы предприятия в прошлом периоде.

Если вычислены значения q_i для всех s видов продукции, то **индекс дефектности** разнородной продукции определяется по формуле [1]:

$$I_D = \frac{\sum_{i=1}^s C_i q_i}{\sum_{i=1}^s C_i}, \quad (12)$$

где C_i – сумма, на которую за рассматриваемый период выпущена продукция i -го вида.

Задания

При выполнении индивидуальных заданий необходимо учитывать, что в качестве значения переменной N обучающемуся следует брать свой порядковый номер в алфавитном списке обучающихся группы [10].

Задание 1. Предприятие выпускает продукцию 4-х видов. Оценить уровень качества продукции в текущем интервале времени, исходя из данных, представленных в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные к заданию 1

Продукция, i	Значение показателя качества продукции		Число выпущенной за текущий период продукции, шт.	Оптовая цена, руб.
	Базовое	Оцениваемое		
1	$25+N$	34	$1000+2N$	$785+3N$
2	$46+N$	49	$1200+2N$	$962+3N$
3	$57+N$	64	$2300+2N$	$1274+3N$
4	$68+N$	81	$1500+2N$	$2346+3N$

Задание 2. Предприятие выпускает продукцию 4-х видов: A, B, C, D . Каждый вид имеет четыре сорта. Исходя из данных таблицы 2 (K – число выпущенных единиц продукции, C – цена единицы продукции), определить коэффициент сортности выпускаемой продукции.

Таблица 2

Исходные данные к заданию 2

Сорт	Продукция А		Продукция В		Продукция С		Продукция D	
	К	Ц	К	Ц	К	Ц	К	Ц
1	$120+N$	$67+3N$	$70+N$	$75+3N$	$80+N$	$33+3N$	$40+N$	$35+4N$
2	$40+N$	$54+2N$	$80+N$	$69+3N$	$90+N$	$31+2N$	$60+N$	$24+3N$
3	$50+2N$	$34+2N$	$60+2N$	$42+2N$	$100+2N$	$23+2N$	$80+2N$	$19+2N$
4	$20+2N$	$27+2N$	$90+2N$	$31+2N$	$120+2N$	$5+2N$	$110+2N$	$15+2N$

Задание 3. Для выпускаемой продукции одного вида установлены 3 вида дефектов (А, В, С), которые имеют свои весовые коэффициенты (a, b, c). При проверке выборки 80 единиц продукции было установлено N дефектов. Исходя из представленных в таблице 3 данных, определить коэффициент дефектности продукции.

Таблица 3

Исходные данные к заданию 3

Дефект	Коэффициент весомости $m_j, \%$	Число дефектов в выборке r_j
А	60	0
В	25	1
С	15	$N-1$
Всего	100	N

Задание 4. Предприятие выпускает пять видов продукции. Определить индекс дефектности всей выпускаемой продукции, исходя из данных, представленных в таблице 4.

Таблица 4

Исходные данные к заданию 4

Продукция, i	Фактическая дефектность, D_i	Базовая дефектность, $D_{iб}$	Объем выпуска, C_i
1	$0,6+N$	$0,5+2N$	6000
2	$0,1+N$	$0,8+2N$	7000
3	$3,5+N$	$2,1+2N$	8000
4	$1,2+N$	$2,0+2N$	9000
5	$3,4+N$	$1,5+2N$	10000

Примеры выполнения заданий

Пример 1. Предприятие выпускает системные блоки трех моделей. Оценить уровень их качества в текущем интервале времени, исходя из данных, представленных в табл. 5.

Таблица 5

Исходные данные к примеру 1

Тип системных блоков	Надежность блока, %		Число выпущенных за текущий период блоков, шт.	Оптовая цена, руб.
	Базовая	Оцениваемая		
1	50	55	10	10000
2	60	62	20	13000
3	70	74	30	17000

Решение.

Показатель качества – надежность системного блока (в процентах). За базовое значение принимается надежность системных блоков каждой из выпускаемых моделей, выпущенных в прошлом году.

Вычисляем индекс качества для системных блоков по формуле (4):

$$I_k = \frac{\frac{55}{50} \cdot 10 \cdot 1000 + \frac{62}{60} \cdot 20 \cdot 1300 + \frac{74}{70} \cdot 30 \cdot 1700}{10 \cdot 1000 + 20 \cdot 1300 + 30 \cdot 1700} = 1,05.$$

Вывод: Значение индекса качества выпускаемой продукции на 5% превышает высший уровень качества.

Пример 2. Предприятие выпускает продукцию 4-х видов: А, В, С, D. Каждый вид имеет три сорта. Исходя из данных таблицы 6 (*N* – число выпущенных единиц продукции, Ц – цена единицы продукции), определить коэффициент сортности выпускаемой продукции.

Таблица 6

Исходные данные к примеру 2

Сорт	Продукция А			Продукция В			Продукция С			Продукция D		
	N	Ц	MЦ	N	Ц	MЦ	N	Ц	MЦ	N	Ц	MЦ
1	100	30	300	80	70	5600	70	35	2450	20	30	600
2	50	15	750	60	65	3900	80	30	2400	50	15	750
3	30	12	360	20	40	800	90	20	1800	140	10	1400

Вычисляем коэффициент сортности выпущенное предприятием продукции по формуле (8):

$$K_c = \frac{(300 + 750 + 360) + (5600 + 3900 + 800) + (2450 + 2400 + 1800) + (600 + 750 + 1400)}{30 \cdot (100 + 50 + 30) + 70 \cdot (80 + 60 + 20) + 35 \cdot (70 + 80 + 90) + 30(20 + 50 + 140)} = 0,67.$$

Вывод: Коэффициент сортности выпускаемой предприятием продукции составляет 67%, что говорит об удовлетворительном уровне качества выпускаемой продукции.

Пример 3. Для выпускаемой продукции одного вида установлены 4 вида дефектов (*A, B, C, D*), которые имеют свои весовые коэффициенты (*a, b, c, d*). При проверке выборки 100 единиц продукции было установлено 6 дефектов. Исходя из представленных в таблице 7 данных, определить коэффициент дефектности продукции.

Таблица 7

Исходные данные к примеру 3

Дефект	Коэффициент весомости m_j , %	Число дефектов в выборке r_j	$m_j \cdot r_j$, %
A	50	0	0
B	25	1	25
C	15	2	30
D	10	3	30
Всего	100	6	85

Определяем коэффициент дефектности по формуле (10):

$$D = \frac{85}{100} = 0,85\%.$$

Вывод: коэффициент дефектности выпущенной продукции составил 0,85%, т.е. менее 1%, что говорит о высоком качестве выпущенной продукции.

Пример 4. Предприятие выпускает три вида продукции. Определить индекс дефектности всей выпускаемой продукции, исходя из данных, представленных в таблице 8.

Таблица 8

Исходные данные к примеру 4

Продукция, i	Фактическая дефектность, D_i	Базовая дефектность, D_{i0}	Объем выпуска, C_i	Относительный показатель дефектности, q_i	$C_i \cdot q_i$
1	0,7	1,0	50	0,7	35
2	1,3	1,0	60	1,3	78
3	4,5	5,0	80	0,9	72
Всего			190		185

Определяем индекс дефектности по формуле (12):

$$I_d = \frac{185}{190} = 0,97.$$

Вывод: Уровень дефектности выпущенной продукции снизился на 3%.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Цель работы:

Приобретение навыков для применения метода QFD при построении «дома качества».

Краткие теоретические положения

Менеджмент качества продукции на основе структурирования функции качества

Метод развертывания/структурирования функции качества (Quality Function Deployment–QFD) представляет собой технологию проектирования изделий и процессов, позволяющую преобразовывать пожелания потребителя в технические требования к изделиям и параметрам процессов их производства. Основная цель его применения – гарантировать, что запросы потребителя будут включены в каждый аспект процессов, от проектирования и разработки продукции (услуги) до ее изготовления (оказания).

Идея этого метода зародилась в Японии в конце 1960-х гг.[1,2]. Авторами QFD являются профессора С. Мидзуно и Ё. Акао. Ученые ставили перед собой задачу разработать метод обеспечения качества, который предполагал бы удовлетворение потребностей заказчика в продукции до ее изготовления. Предшествующие методы контроля качества были направлены, прежде всего, на выявление проблем в процессе производства или после изготовления продукции.

Уже в 1972 г. компания Mitsubishi использовала элементы будущей методологии QFD в процессе проектирования нефтеналивного танкера для судостроительных верфей[3]. Начиная с 1977 г., после 4-х лет обучения и подготовки персонала, этот метод активно применяется в компании Toyota. Результаты были впечатляющими. В период с января 1977 г. по апрель 1984 г. компания ToyotaAudiBody выпустила 4 новые модели автофургонов и сообщила о сокращении начальных затрат по сравнению с 1977 г. на 20

% при освоении нового автофургона в октябре 1979 г., на 38 % - в ноябре 1982 г., а совокупное сокращение затрат в апреле 1984 г. составило 61 %. За этот период цикл разработки изделия (время до выхода на рынок) был уменьшен на 1/3 при соответствующем по-

вышении качества благодаря сокращению числа инженерных изменений.

За пределами Японии о возможностях применения метода QFD стало известно только к середине 1980-х гг. В США первоначально он получил распространение в автомобильной промышленности (Ford, GeneralMotors, Crysler)[4,5].

Италия была первой европейской страной, которая использовала метод QFD, проведя в 1992 г. симпозиум по QFD. Затем в Германии и Швеции также стали изучать и использовать этот метод для обеспечения конкурентного преимущества своей продукции.

В Российской Федерации этот метод получает определенное распространение лишь несколько лет[6].

Важная сторона достижения успеха – это то, что применение метода QFD ведет к сокращению времени разработки проекта на 30—50 %.

Прислушиваться к потребителям и понимать их требования – это основная цель рассматриваемого метода. Однако их запросы, как правило, принимают форму общих заявлений. Например, потребитель может выразить пожелание, чтобы посудомоечная машина тщательнее мыла посуду или чтобы MP3-плеер имел высокое качество воспроизведения звука, или чтобы дверца автомобиля закрывалась бесшумно и т.д. Для целей производства необходимо соотнести данные требования с техническими параметрами изделия, с возможностями производственного процесса. Поэтому один из этапов развертывания функции качества связан с переводом требований потребителей в технические характеристики. Для этих целей используется комплекс матриц.

Базовая матрица соотносит требования потребителя (что) с техническими условиями (как) (рис. 1)[2,5].

Для расширения области анализа к основной матрице обычно добавляются дополнительные характеристики. Наиболее распространена оценка значимости и конкурентоспособности. Для технических требований обычно выстраивается матрица корреляции. С этими дополнительными характеристиками матрица по внешнему виду напоминает дом, поэтому она получила название «дом качества».



Рис. 1. Базовая матрица для построения «дома качества»

Построение матрицы «дом качества» включает шесть основных этапов [7,8]:

1. Выявление пожеланий потребителей.
2. Определение технических характеристик.
3. Перевод пожеланий потребителей в конкретные технические характеристики.
4. Оценка аналогичной продукции конкурентов.
5. Оценка технических характеристик и развитие целей.
6. Установление технических характеристик, подлежащих оптимизации.

1) При построении матрицы используются требования в интерпретации самих потребителей.

2) Составление перечня технических характеристик, необходимых для удовлетворения нужд потребителей. Эти характеристики формируют основу последующих процессов: проектирования, производства и обслуживания. Технические параметры должны быть измеримыми, так как результаты процесса будут контролироваться и сравниваться с поставленными целями.

«Крыша» «дома качества» показывает связи между каждой парой технических характеристик, для отражения которых используются различные символы.

3) Строится матрица взаимосвязи между требованиями потребителей и техническими характеристиками, осуществляется перевод требований потребителей в технические параметры, определяется, какие из них могут удовлетворить то или иное требование. При этом одна техническая характеристика может удовлетворить несколько требований или одно требование может быть удовлетворено несколькими техническими характеристиками. Затем устанавливаются теснота и сила связи между требованиями потребителей и техническими характеристиками в рамках матричной диаграммы.

4) Этот этап включает ранжирование значимости каждого требования потребителей и оценку существующей на рынке продукции (услуг) на соответствие требованиям. Ранжирование требований показывает, что является наиболее значимым для потребителей. Оценка продукции (услуг) конкурентов способствует определению их сильных и слабых сторон. Это помогает разработчикам определить возможности для совершенствования. Например, акцент на те параметры продукции конкурентов, которые получили низкие оценки, может дать возможность для получения преимуществ.

5) Определение таких технических параметров качества создаваемого продукта, которые, по мнению производителя, не только будут соответствовать ожиданиям потребителя, но и обеспечат конкурентоспособность создаваемой продукции в планируемом секторе рынка.

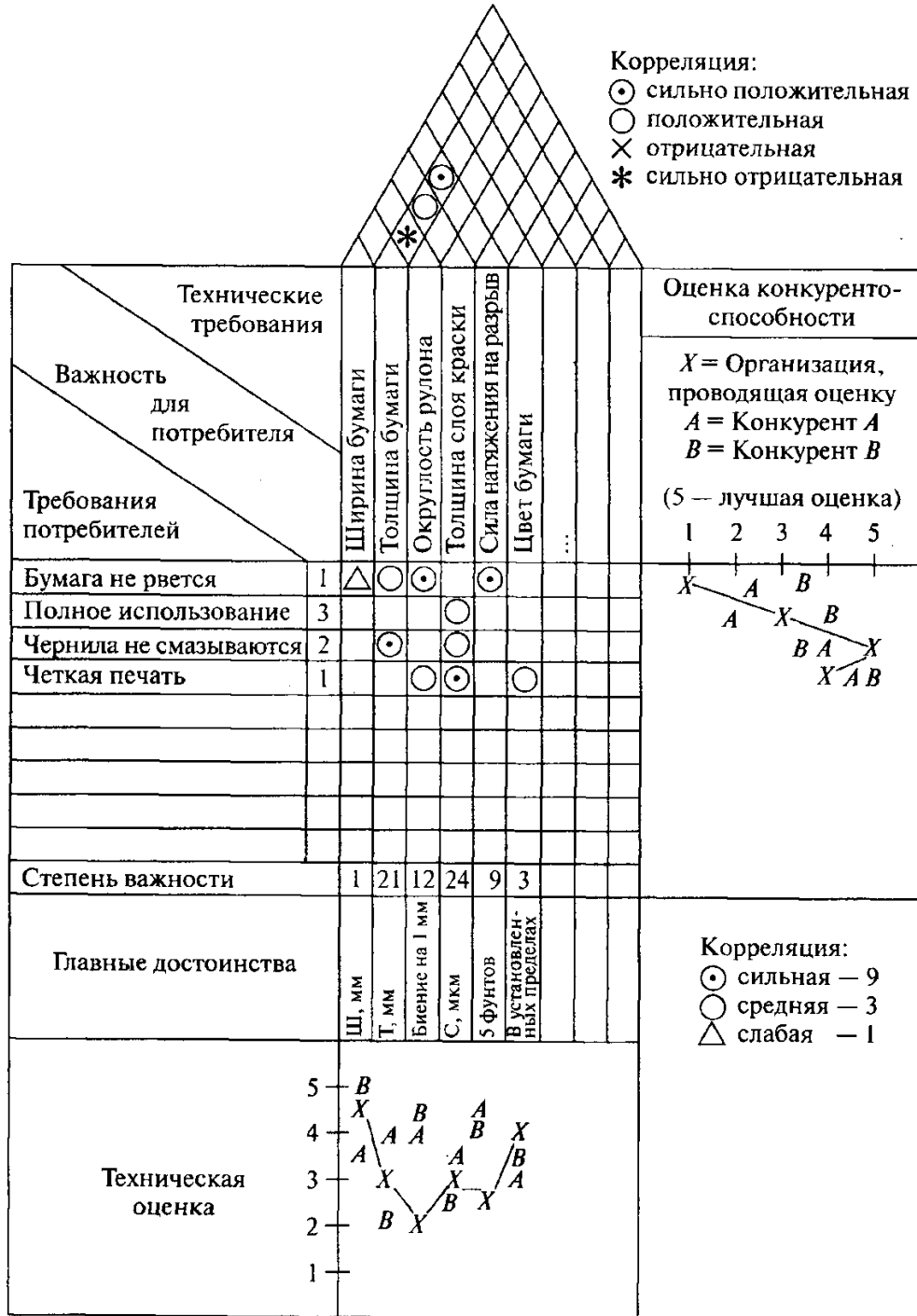


Рис. 2. Пример «дома качества»

Таким образом, определяются цели, стоящие перед разработчиками, выявляется важность каждой из них для достижения требований потребителей.

б) Принятие управленческих решений, связанных с выбором технических характеристик, подлежащих оптимизации. Это означает определение тех параметров, которые тесно связаны с требо-

ваниями потребителей, считаются «слабыми» у конкурентов и могут быть существенно улучшены при проектировании и разработке в организации.

Рассмотрим пример применения метода QFD при производстве бумаги (рис. 2) [2,5].

В левой части матрицы представлены требования потребителей. В центре показаны теснота и сила связи между требованиями потребителей и техническими характеристиками.

Рядом с потребительскими требованиями указана их степень важности для клиентов (5— самое важное требование). Разработчики должны принять во внимание все значения важности и корреляции при определении направлений предполагаемой работы. В верхней части «дома качества» приведена матрица корреляции между техническими параметрами.

Особый интерес представляет сильная негативная корреляция между толщиной бумаги и округлостью рулона. Разработчики должны будут найти способ решить эту проблему. В правой части показана оценка конкурентоспособности, где сравнивается работа данной организации по удовлетворению требований потребителя с каждым основным конкурентом (А и В). Например, организация хуже всех отвечает на первое требование потребителя и лучше всех на третье. Показатели работы организации соединены линией. В идеале проект должен обеспечить для предприятия самые лучшие показатели по всем позициям.

В нижней части приведены оценка показателей важности, основные цели и технические оценки. Как правило, технические оценки можно интерпретировать подобно оценкам конкурентоспособности. Целевые показатели обычно включают технические спецификации. Оценка показателей значимости представляет собой сумму оценок взаимосвязей между требованиями потребителей и техническими параметрами. Так, число 21 во втором столбце складывается следующим образом: $(1*3 + 2*9) = 21$. Оценка важности и целевые оценки помогают проектировщикам сконцентрироваться на желаемых результатах.

Таким образом, QFD хотя и не является инструментом решения задач, однако полезен при определении наиболее важных проблем и связанных с ними приоритетов совершенствования. Он по-

зволяет разместить большой объем информации в сжатом виде, удобном для проведения анализа. Развертывание функции качества обеспечивает точное доведение мнения потребителя до проектировщиков и разработчиков.

На рис. 3 представлен фрагмент структурирования функции качества для фитнес-центра.

На рис. 4 представлен пример структурирования функции качества для процесса «Застегивание/расстегивание пуговиц на кителе».

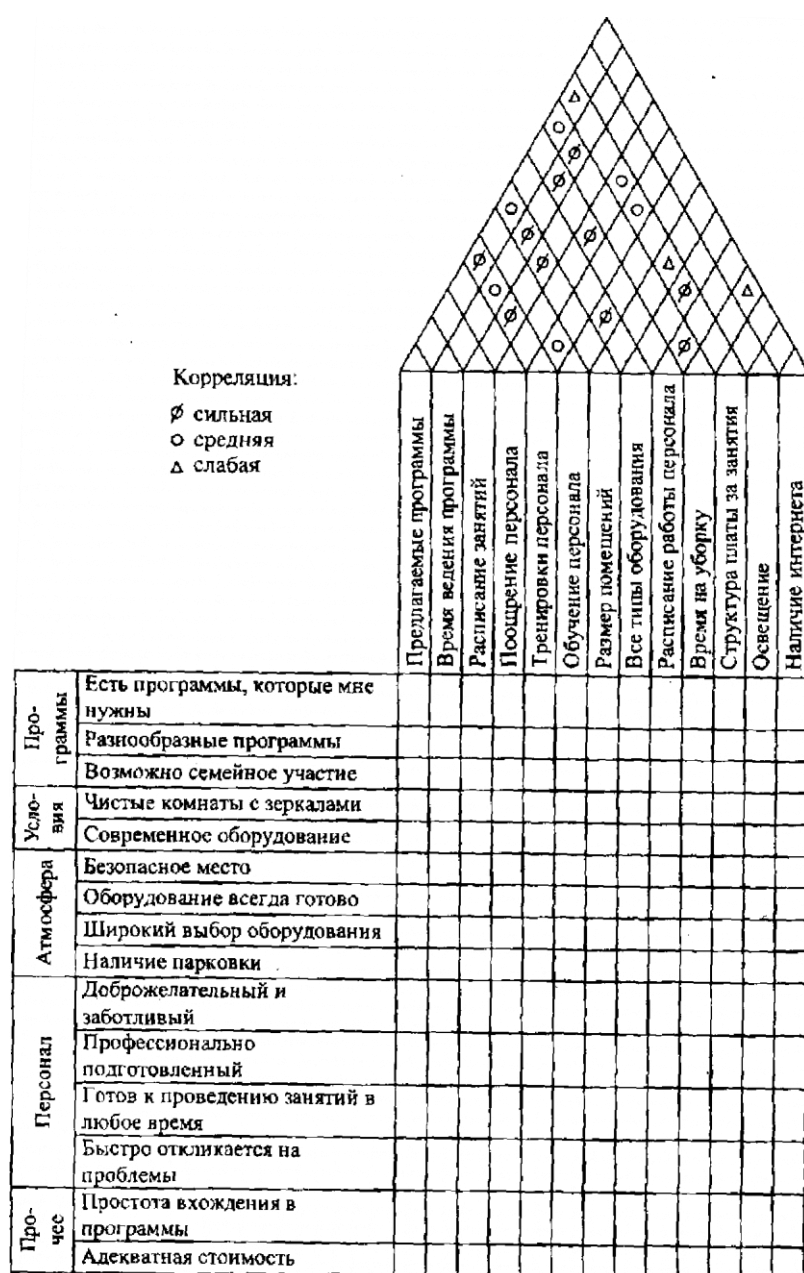


Рис. 3. Фрагмент «дома качества» для проектирования деятельности фитнес-центра

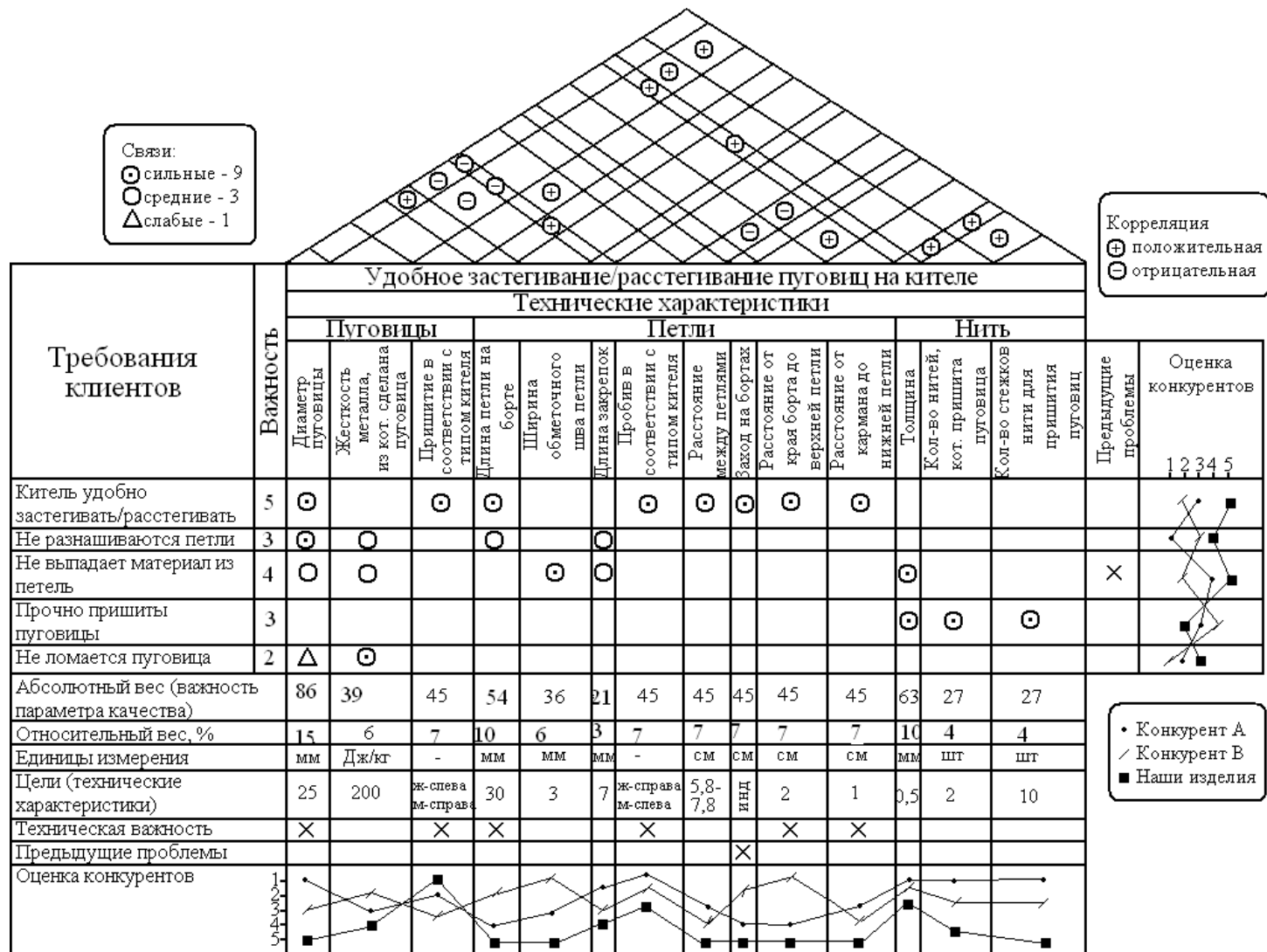


Рис. 4. «Дом качества» для процесса «Застегивание/расстегивание пуговиц на кителе»

Задание

Построить «дом качества» для самостоятельно выбранных: продукции, процесса или услуги.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Графическое представление данных [Электронный ресурс]: офиц. сайт. - Информатика студентам. – Режим доступа: <http://yuschikev.narod.ru/psk/lecture5-1.html>, свободный. - Загл. с экрана (дата обращения 24.01.2013).
2. Инструменты контроля качества на предприятии [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Портал дистанционного консультирования малого предпринимательства. – Режим доступа: <http://www.dist-cons.ru/modules/qualmanage/section3.html>, свободный. - Загл. с экрана (дата обращения 24.01.2013).
3. Диаграмма Парето [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Менеджмент качества. – Режим доступа: <http://iso.wallst.ru/t5.html>, свободный. - Загл. с экрана (дата обращения 24.01.2013).
4. Исикава К. Японские методы управления качеством. – М.: Экономика, 1988. – 199 с.
5. Панфилова А.П. Мозговые штурмы в коллективном принятии решений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.П. Панфилова. – 3-е изд. – М.: Флинта, 2012. – 320 с.
6. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта [Текст]: ГОСТ Р 50779.42-99. – Введ. 01.01.2000.
7. Пузанов, В.Е. Планирование целей машиностроительного предприятия в области качества на основе моделей динамики показателей качества продукции [Текст]: Автореферат ... к.т.н., спец. 05.02.23. – Курск, 2013. 16 с.
8. Глудкин, О. П. Всеобщее управление качеством: Учебник для вузов / О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов, А.И.Гуров и др.; под ред. О.П. Глудкина. – М.: Горячая линия-Телеком, 2001. – 600 с.
9. Мазур, И.И. Управление качеством: Учеб.пособие / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро. Под ред. И.И. Мазура. – М.: Высш. шк., 2003. – 334 с.
10. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества: учебное пособие / С.В. Пономарев, С.В. Мищенко, В.Я. Белобрагин, В.А. Самородов и др. –М.: РИА Стандарты и качество. – 2005. – 248с.