



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Н.В. Кузнецова

ИНСТРУМЕНТАРИЙ КАЧЕСТВА

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

Магнитогорск
2020

Рецензенты:

кандидат философских наук,
директор ООО «Орион»
А.Ю. Жилин

кандидат технических наук,
доцент кафедры технологий материалов,
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический
университет им.Г.И.Носова»
К.Г. Пивоварова

Кузнецова Н.В.

Инструментарий качества [Электронный ресурс] : учебное пособие / Нина Владимировна Кузнецова ; ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». – Электрон. текстовые дан. (3,87 Мб). – Магнитогорск : ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования : IBM PC, любой, более 1 GHz ; 512 Мб RAM ; 10 Мб HDD ; MS Windows XP и выше ; Adobe Reader 8.0 и выше ; CD/DVD-ROM дисковод ; мышь. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-9967-1804-7

Пособие предназначено как для организации аудиторных занятий, так и для помощи студентам в самостоятельном освоении соответствующего раздела дисциплины «Управление качеством». Издание содержит теоретический материал курса, дополненный схемами и таблицами, контрольные вопросы, творческие задания и тестовые материалы для самоконтроля, список рекомендуемой для изучения литературы, глоссарий ключевых слов.

Издание предназначено для студентов направлений подготовки – 38.00.00 «Экономика и управление», 38.03.01, 38.03.02, 38.04.02.

УДК 65.01+ 338

ISBN 978-5-9967-1804-7

© Кузнецова Н.В., 2020

© ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова», 2020

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ.....	5
Тема 1. Методы управления качеством.....	5
Тема 2. Инструментарий качества	11
Тема 3. Семь новых инструментов управления качеством	41
Тема 4. Экспертные методы управления качеством	62
Тема 5. Мозговой штурм – как инструмент качества	68
ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ.....	74
Практическая работа 1. Инструментарий качества (статистические методы управления качеством продукции)	74
Практическая работа 2. Экспертные методы в практике управления качеством.....	79
Практическая работа 3. Инструменты управления (планирования) и анализа процесса постоянного совершенствования качества	85
АТТЕСТАЦИОННЫЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	86
ТВОРЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ	90
ГЛОССАРИЙ (СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ).....	94
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	99
РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ И ЛИТЕРАТУРА	100
ССЫЛКИ НА РЕСУРСЫ СЕТИ ИНТЕРНЕТ	102
ПРИЛОЖЕНИЯ	104
Приложение 1 Причинно-следственная диаграмма исикавы в Excel	104
Приложение 2 Пример построения диаграммы парето в Excel	108
Приложение 3 Пример построения контрольной карты Шухарта в Excel	120
Приложение 4 Диаграмма рассеивания (разброса) в Excel	124
Приложение 5 Уолтер Эндрю Шухарт	128

ПРЕДИСЛОВИЕ

Качество одна из основополагающих категорий, от которой зависит эффективность функционирования организации.

Знание теоретических закономерностей, особенностей отечественного и зарубежного опыта в области управления качеством (в том числе и исторически), действующей нормативно-технической документации предоставляет возможность обучаемым эффективно выполнять обязанности, возлагаемые на специалистов в сфере управления, в том числе в области качества. Но в современных условиях хозяйствования чтобы быть квалифицированным компетентным работником, специалист должен владеть и соответствующими практическими навыками, быть вооружен современными инструментами качества. В связи с этим студенты должны уметь анализировать и применять теоретический материал для решения конкретных практических задач, выполнять необходимые расчеты, делать грамотные и обоснованные выводы.

Материал учебного пособия ориентирован на последовательное овладение обучающимися навыками профессиональной работы, предусмотренными в требованиях Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования нового поколения к уровню подготовки бакалавров.

Материалы учебного пособия могут быть использованы в системе текущего и заключительного контроля в рамках рейтинговой системы оценивания знаний обучаемых. Для проверки знаний теоретического материала в учебном пособии предлагаются тестовые и практические задания. Выполнение заданий в индивидуальной или групповой форме способствует развитию у обучаемых важных качеств, необходимых для выполнения профессиональных обязанностей в будущем.

Пособие предназначено для студентов направлений подготовки 38.00.00 «Экономика и управление».

Пособие адресовано преподавателям, проводящим семинарские занятия, контрольные работы, студентам всех форм обучения, а также заинтересованным лицам, самостоятельно изучающим курс «Управление качеством».

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Тема 1. Методы управления качеством

Методы управления качеством представляют собой способы и приемы осуществления управленческой деятельности, и воздействие на управляемые объекты для достижения поставленных целей в области качества.

В практике управления качеством используются в основном:

- **экономические,**
- **организационно-распорядительные (административные)**
- **социально-психологические методы,**
- **статистические методы контроля качества**

Все методы могут быть классифицированы по различным признакам (табл. 1).

Таблица 1

Классификация методов управления качеством¹

Классификационный признак	Методы управления качеством		
	организационно-распорядительные	экономические	социально-психологические
Мотивы поведения	необходимость соблюдения требований к качеству и наличия ответственности за качество	материальный интерес	моральный (духовный) интерес
Характер воздействия	прямой	косвенный	косвенный
Основной канал воздействия	организационный (регламентирование, стандартизация и т. п.)	экономический (зарплата, цены и т. п.)	социальный (свойства личности, статус личности, общность интересов работников и т. п.)
Основа выбора методов	организационный анализ	технико-экономический анализ	социально-психологические исследования
Ограничения при выборе методов	соответствие правовым нормам и требованиям в области качества	соответствие экономическим законам и нормативам по качеству	соответствие морально-этическим нормам, правилам и требованиям

Коротко охарактеризуем основные группы методов управления качеством².

Экономические методы управления качеством реализуются путем создания экономических условий, побуждающих работников и коллективы подразделений и организаций систематически повышать и обеспечивать необходимый уровень качества.

¹ Мишин В.М. Управление качеством: учебное пособие для вузов. – М.: Юнити-Дана, 2002.

² Кузнецова Н. В. Управление качеством: учебное пособие. - М.: Флинта: МПСИ, 2009. - 360 с.

Кузнецова Н.В. Управление качеством. Электронное издание. - Магнитогорск, 2018.

В группу экономических в настоящее время включают следующие методы:

- финансирование деятельности в области управления качеством (кредитование разработок новаций в области обеспечения качества, новых и модернизируемых видов продукции; ссуды, определение стоимости, калькуляция, соизмерение затрат и результатов);
- хозяйственный расчет в подразделениях системы управления качеством;
- экономическое стимулирование производства, распределение и предоставление потребителям продукции и услуг, соответствующих их требованиям;
- бизнес-планирование создания новых и модернизированных видов продукции и услуг, а также разработка соответствующих для них требованиям МС СК;
- ценообразование на продукцию и услуги с учетом их уровня качества;
- ценообразование фондов экономического стимулирования качества, в том числе фондов поощрения и премирования за качество, создание и модернизация продукции, техники и технологии;
- применение системы оплаты труда и материального поощрения с учетом его качества на каждом РМ производственной системы и СУ в целом;
- использование экономических мер воздействия на поставщиков в зависимости от качества поставляемой ими продукции и оказываемых услуг.

Следует отметить, что развитие в России рыночных отношений объективно требует более широкого использования экономических методов управления качеством. Это является важнейшим условием выживания и процветания организаций в рыночных отношениях.

Организационно-распорядительные методы управления качеством осуществляются посредством обязательных для исполнения директив, приказов и других предписаний, направленных на повышение и обеспечение необходимого уровня качества.

В группу организационно-распорядительных методов управления качеством следует включать методы:

- ✓ регламентирования (общеорганизационного, функционального, должностного, структурного);
- ✓ стандартизации (на основе стандартов различного уровня и статуса);
- ✓ нормирования (на базе норм времени, численности, соотносительности, численных величин);
- ✓ инструктирования (ознакомления, объяснения, совета, предостережения, разъяснения);
- ✓ распорядительных воздействий (на основе приказов, распоряжений, указаний, постановлений, контроля исполнения с использованием превентивного и оперативного воздействий и т. п.).

Среди них необходимо отметить:

- разработку и реализацию политики в области качества, утверждаемой

- первыми руководителями организаций;
- разработку и реализацию СТП, руководств, процедур и другой НТД и НМД по УК;
- разработку и внедрение положений о подразделениях и должностных инструкций;
- подбор, расстановку, воспитание и аттестацию кадров в области качества;
- внедрение передового опыта в области обеспечения качества: обеспечение выполнения целевых программ по качеству;
- ✓ приказы и распоряжения; обеспечение выполнения требований МС, ГОСТ и ТУ; контроль за исполнением требований НТД, НМД и решений по управлению и обеспечению качества.

Применение организационно-распорядительных методов управления качеством обуславливает создание совокупности документов различного статуса. При этом к каждому документу следует предъявлять исключительно жесткие требования к качеству их содержания, в противном случае данные методы не могут полностью реализоваться в практике управления.

Политика в области качества является одной из важнейших составных частей в управлении качеством. Данный документ должен быть первичным в составе документации при использовании организационно-распорядительных методов, это связано с необходимостью принятия ответственности высшим звеном менеджеров за проведение политики в области качества, что в принципе становится первоначальным при реализации системного подхода в области качества. Документ, раскрывающий политику в области качества, должен быть кратким, простым, доходчивым и запоминающимся, отражать требования к качеству работы каждого работника.

По существу, приемлемой политикой в области качества может быть признана та, которая положительно отвечает на ряд вопросов: является ли она краткой; касается ли она каждого работника коллектива предприятия; установлены ли в ней стандарты (требования) к качеству работы; охвачены ли в ней все аспекты качества поставляемой потребителю продукции и услуг (этот вопрос следует относить также к срокам поставки продукции, цене, качеству конечных результатов деятельности предприятия, включая услуги); подписана ли политика в области качества первым лицом предприятия?

Социально-психологические методы управления качеством основаны на использовании группы факторов, влияющих на управление протекающими в трудовых коллективах социально-психологическими процессами для достижения целей в области качества.

Среди социально-психологических методов выделяют:

- способы повышения самодисциплины, ответственности, инициативы и творческой активности каждого члена коллектива, а также коллективов подразделений по улучшению качества и совершенствованию управления им;
- формы морального стимулирования высокого качества результатов труда;

- приемы улучшения в коллективе психологического климата, включающие способы ликвидации конфликтов, рационального стиля управления качеством, подбора и обеспечения психологической совместимости сотрудников;
- способы учета психологических особенностей членов трудовых коллективов при обеспечении качества;
- приемы формирования мотивов трудовой деятельности членов коллективов, направленных на достижение требуемого качества;
- способы сохранения и развития традиций предприятия по обеспечению необходимого качества;
- приемы вовлечения членов трудовых коллективов в деятельность по обеспечению качества продукции.

Статистические методы контроля качества продукции

В комплексной системе управления качеством продукции статистические методы контроля относятся к наиболее прогрессивным методам. Они основаны на применении методов математической статистики к систематическому контролю за качеством изделий и состоянием технологического процесса с целью поддержания его устойчивости и обеспечения заданного уровня качества выпускаемой продукции.

Статистические методы принято делить на 3 группы (категории) по степени сложности их реализации:

1. Элементарные статистические методы

- контрольный лист;
- причинно-следственная диаграмма;
- гистограмма;
- анализ Парето;
- график разброса;
- стратификация (расслоение данных);
- контрольная карта.

2. Промежуточные статистические методы:

- теория выборочных исследований;
- статистический выборочный контроль;
- различные методы проведения статистических оценок и определения критериев;
- метод применения сенсорных проверок;
- метод планирования экспериментов.

3. Методы, рассчитанные на инженеров и специалистов в области управления качеством:

- передовые методы расчета экспериментов;
- многофакторный анализ;
- различные методы исследования операций.

Статистические методы контроля производства и качества продукции имеют ряд преимуществ перед другими методами:

- 1) являются профилактическими;
- 2) позволяют во многих случаях обоснованно перейти к выборочному контролю и тем самым снизить трудоемкость контрольных операций;
- 3) создают условия для наглядного изображения динамики изменения качества продукции и настроенности процесса производства, что позволяет своевременно принимать меры к предупреждению брака не только контролерам, но и работникам цеха — рабочим, бригадирам, технологам, наладчикам, мастерам.

Определение и правильное применение современных статистических методов имеют важное значение для проведения управляющих воздействий на всех стадиях процессов, осуществляемых в рамках организации. В современной организации следует обеспечивать разработку и реализацию документированных процедур по выбору и применению статистических методов при: анализе рынка; проектировании продукции; определении требований надежности, прогнозировании долговечности и срока службы; изучении средств регулирования процессов и их возможностей; определении уровней качества в планах выборочного контроля; анализе данных, оценке эксплуатационных характеристик и анализе несоответствий; улучшении качества процессов; оценке безопасности и анализе рисков.

Конкретные статистические методы, используемые для организации, регулирования и проверки деятельности, включают, но не ограничиваются такими методами как: планирование экспериментов и факторный анализ; анализ дисперсии и регрессионный анализ; критерии значимости; карты контроля качества и методы кумулятивных сумм; статистический выборочный контроль.

На рис. 1 представлены сущностные характеристики элементарных статистических методов контроля качества продукции.

Статистические методы можно отнести к одним из базовых принципов управления качеством, состоящим в принятии решений на основе фактов. Но следует иметь в виду, что современные статистические методы довольно сложны для восприятия и широкого практического использования без углубленной математической подготовки всех участников процесса. При всей своей простоте они сохраняют связь со статистикой и дают профессионалам возможность пользоваться их результатами, а при необходимости - совершенствовать их. К. Исикава считает, что 95% проблем, связанных с качеством в производстве можно решить с помощью статистических методов контроля качества.

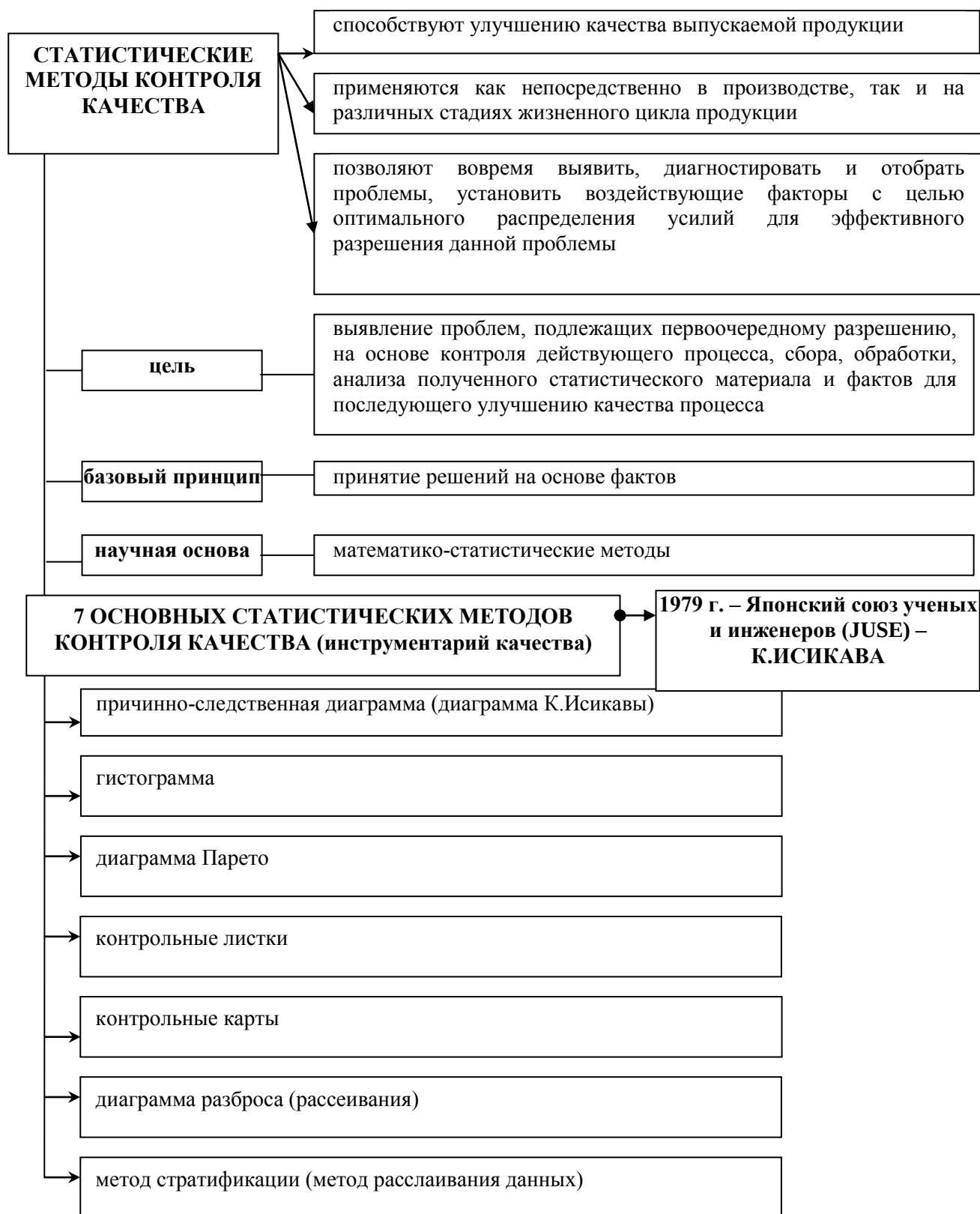


Рис. 1. Сущностные характеристики статистических методов контроля качества³

³ Кузнецова Н. В. Управление качеством: Учебное пособие. - М.: Флинта, Наука 2016. - 360 с.:

Кузнецова Н.В. Управление качеством: учебно-методический комплекс для студентов специальности «Менеджмент организации». – Магнитогорск: МаГУ, 2007.

Тема 2. Инструментарий качества

Семь основных инструментов качества - набор инструментов, позволяющих облегчить задачу контроля протекающих процессов и предоставить различного рода факты для анализа, корректировки и улучшения качества процессов. В табл. 2 представлена характеристика семи основных инструментов контроля качества продукции.

Таблица 2

Инструментарий качества

Инструменты качества	Характеристика ⁴
Причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы)	Инструмент, позволяющий выявить наиболее существенные факторы (причины), влияющие на конечный результат (следствие)
Гистограмма	Инструмент, позволяющий зрительно оценить распределение статистических данных, сгруппированных по частоте попадания данных в определенный (заранее заданный) интервал
Диаграмма Парето	Инструмент, позволяющий объективно представить и выявить основные факторы, влияющие на исследуемую проблему, и распределить усилия для ее эффективного разрешения
Контрольный листок	Инструмент для сбора данных и их автоматического упорядочения для дальнейшего использования собранной информации
Контрольная карта	Инструмент, позволяющий отслеживать ход протекания процесса и воздействовать на него (с помощью соответствующей обратной связи), предупреждая его отклонения от предъявленных к процессу требований
Диаграмма разброса (рассеивания)	Инструмент, позволяющий определить вид и тесноту связи между парами соответствующих переменных
Метод стратификации (расслаивания данных)	Инструмент, позволяющий произвести разделение данных на подгруппы по определенному признаку

Общая схема применения основных инструментов качества может быть представлена следующими шагами⁵ :

1. Оценка отклонений параметров продукции от нормативных значений.
2. Выбор факторов, определяющих решение.
3. Определение факторов, послуживших причиной проблемы качества.

⁴ Кузьмин, А.М. Семь основных инструментов контроля качества/ А.М.Кузьмин // Методы менеджмента качества. – 2005. - № 9. – С.23.

Кузнецова Н.В. Управление качеством: учебное пособие. – М.: Флинта: Наука, 2013. – 360с.

⁵ Розова Н.К. Управление качеством. – СПб.: Питер, 2003.

4. Оценка важнейших факторов.
 5. Внесение изменений в производственный процесс с целью совершенствования операций.
 6. Подтверждение правильности принятых решений
- Рассмотрим данные методы более подробно.

А. Причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы, диаграмма «рыбий скелет»)

Данная диаграмма представляет собой наиболее эффективный метод проверки различных гипотез о потенциальных причинах проблемы качества. Идея диаграммы состоит в установлении взаимосвязей между показателями качества – следствием – и воздействующими на него факторами – причинами. Диаграмма Исикавы включена в японский промышленный стандарт на терминологию в области качества.

Диаграмма Исикавы или причинно-следственная диаграмма⁶ (иногда ее называют диаграмма «рыбья кость») – применяется с целью графического отображения взаимосвязи между решаемой проблемой и причинами, влияющими на ее возникновение. Данный инструмент используют совместно с методом мозгового штурма, т.к. он позволяет быстро отсортировать по ключевым категориям причины проблем, найденных с помощью мозгового штурма.

Диаграмма Исикавы дает возможность выявить ключевые параметры процессов, влияющие на характеристики изделий, установить причины проблем процесса или факторы, влияющие на возникновение дефекта в изделии. В том случае, когда над решением проблемы работает группа специалистов, причинно-следственная диаграмма помогает группе достичь общего понимания проблемы. Также, с помощью диаграммы Исикавы можно понять, каких данных, сведений или знаний о проблеме недостает для ее решения и тем самым сократить область принятия необоснованных решений. Когда строится диаграмма Исикавы, причины проблем распределяют по ключевым категориям. В качестве таких категорий выступают – человек, методы работы (действий), механизмы, материал, контроль и окружающая среда. Количество категорий при построении диаграммы можно уменьшать в зависимости от рассматриваемой проблемы. Диаграмма с максимальным количеством категорий называется диаграмма типа 6М.

Все причины, связанные с исследуемой проблемой детализируются в рамках этих категорий:

- причины, связанные с человеком включают в себя факторы, обусловленные состоянием и возможностями человека. Например, это квалификация человека, его физическое состояние, опыт и пр.
- причины, связанные с методом работы включают в себе то, каким образом, выполняется работа, а также все, что связано с производительностью и точностью выполняемых операций процесса или действий.

⁶ Диаграмма Исикавы. - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Ishikawa_Chart.htm

- причины, связанные с механизмами – это все факторы, которые обусловлены оборудованием, машинами, приспособлениями, используемыми при выполнении действий. Например, состояние инструмента, состояние приспособлений и т.п.
- причины, связанные с материалом – это все факторы, которые определяют свойства материала в процессе выполнения работы. Например, теплопроводность материала, вязкость или твердость материала.
- причины, связанные с контролем – это все факторы, влияющие на достоверное распознавание ошибки выполнения действий.
- причины, связанные с внешней средой – это все факторы, определяющие воздействие внешней среды на выполнение действий. Например, температура, освещенность, влажность и т.п.

На рис. 2 представлена общая схемы диаграммы Исикавы.

Построить причинно-следственную диаграмму сложно. Так сначала в общих чертах выявляются главные причины, отображаемые на диаграмме в виде «больших костей», затем каждая главная причина рассматривается более детально, при этом выделяются причины второго и третьего уровня («средние» и «мелкие» кости).

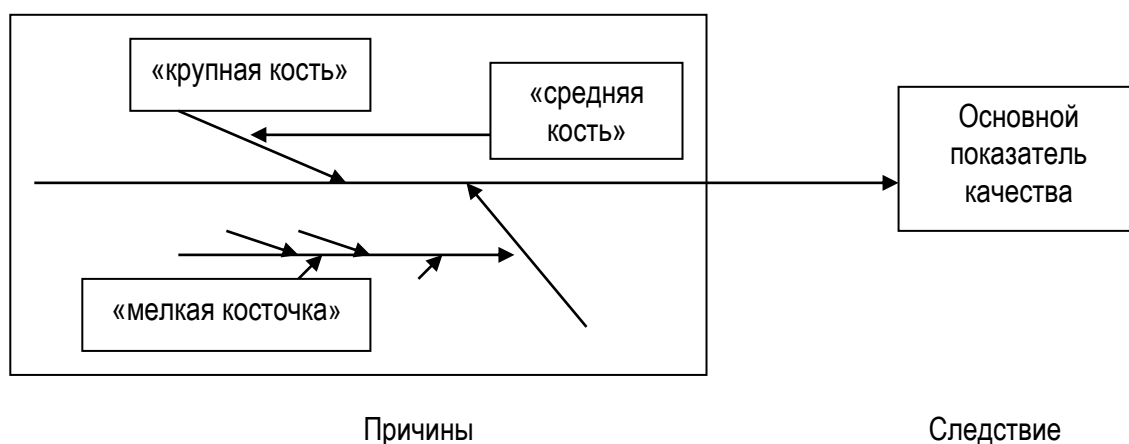


Рис. 2. Схема диаграммы Исикавы

При этом следствие, результат или проблема обозначаются на правой стороне диаграммы, а главные воздействующие факторы или причины перечисляются на левой стороне. Главные причины при построении диаграммы Исикавы группируются по следующим факторам: «человек», «машина», «метод», «контроль, управление (менеджмент)», «среда», «материал» (рис. 3).

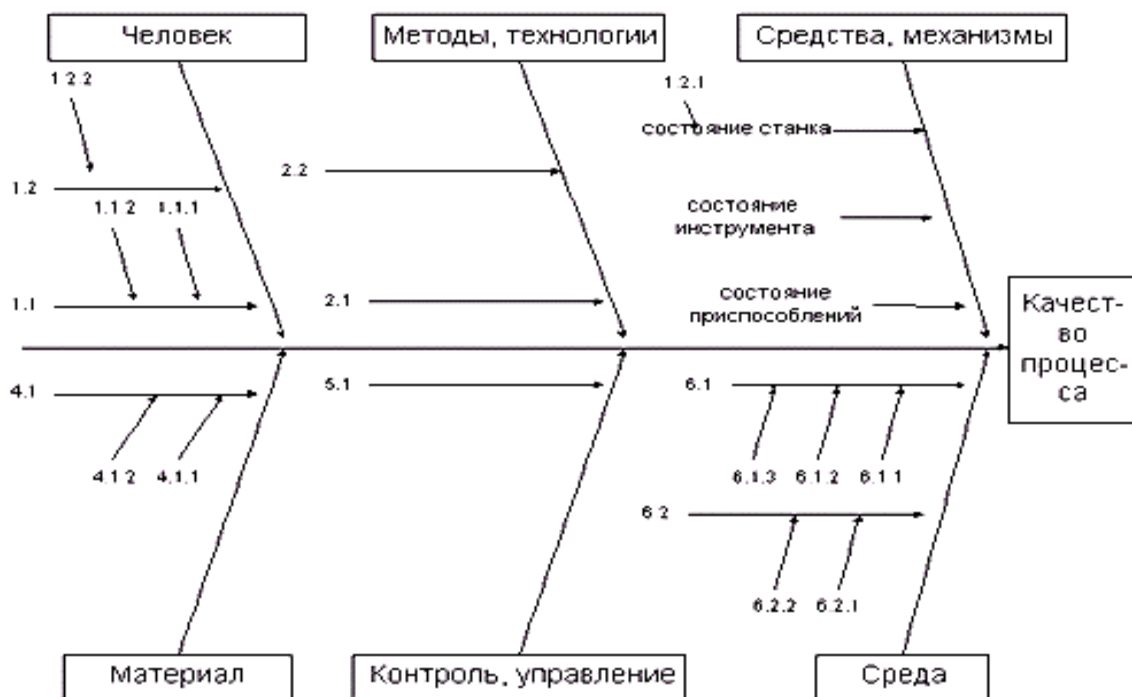


Рис. 3. Диаграмма Исикавы

Порядок построения причинно-следственной диаграммы:

1. Процесс построения диаграммы начинается с описания выбранной проблемы (в чем ее особенности, где возникает, время возникновения, область распространения).
2. Перечисляются причины, необходимые для построения причинно-следственной диаграммы.

Для этого могут быть использованы самые разнообразные способы. Среди основных способов можно отметить использование метода мозговой атаки (без какой либо предварительной подготовки – обсуждаются все возможные причины), а также заполнение контрольных листов (по которым прослеживается весь производственный процесс, и выделяются возможные причины возникающей проблемы)

3. Строится причинно-следственная диаграмма.
4. Обосновываются все взаимосвязи, изображенные прямыми линиями.

Для того чтобы отыскать основные причины возникающей проблемы необходимо выявлять и отслеживать наиболее часто повторяющиеся причины.

Пример. Диаграмма Исикавы построена для определения причин неравномерной толщины покрытия, наносимого гальваническим способом на металлические детали (рис.4).

Исследуемая проблема – неравномерность толщины покрытия. Причины распределяются по пяти ключевым категориям – человек, метод, материал, механизмы, контроль.

Наиболее значимые причины выделены красным цветом.



Рис.4. Диаграмма Исикавы определения причин неравномерной толщины покрытия, наносимого гальваническим способом на металлические детали

Проводя анализ причинно-следственной диаграммы можно выделить достоинства и недостатки ее использования в практике контроля качества продукции.

Так к основным достоинствам диаграммы К.Исикавы можно отнести:

- стимулирование творческого мышления;
- демонстрация взаимосвязей между причинами и сопоставление их относительной важности.

В тоже время недостатками данной диаграммы являются:

- отсутствие правил проверки в обратном направлении от первопричины к результатам;
- сложная не всегда четко структурированная диаграмма не позволяет делать правильные выводы.

Шаблон для построения диаграммы Исикавы представлен в Приложении 1.

Б. Гистограмма

Гистограмма представляет собой столбчатую фигуру, состоящую из прямоугольников, основаниями которых служат интервалы, на которые разбивается весь диапазон изменения параметра, а высоты равны частоте попадания в данный интервал.

Гистограмма, это способ представления статистических данных в графическом виде – в виде столбчатой диаграммы. Она отображает распределение отдельных измерений параметров изделия или процесса⁷.

Гистограмма применяется в тех случаях, когда требуется исследовать и представить значение измеряемой величины с помощью столбчатого графика. Благодаря графическому представлению имеющейся количественной информации, можно увидеть закономерности (трудно различимые в простой таблице с набором цифр), оценить проблемы и найти пути их решения.

Гистограммы могут иметь одну вершину. Количество столбиков на графике гистограммы определяется числом проделанных наблюдений.

Для статистических данных часто строят гистограмму распределения. При простоте построения гистограммы дает много полезной аналитической информации о разбросе (рассеивании) качественных показателей, средних значениях, о точности и стабильности технологических процессов.

Последовательность построения гистограммы можно представить следующим образом:

1. Собрать исходные данные (или произвести измерение 50 -200 значений).
2. Из совокупности полученных результатов определить наибольшее ($X_{\max}$) и наименьшее ($X_{\min}$) значения параметра, а также его диапазон (размах): $R = X_{\max} - X_{\min}$.
3. Полученный диапазон (размах) разделить на интервалы, предварительно определив их число (обычно от 6 до 20 интервалов в зависимости от числа показателей) и определить ширину интервала. В табл. 3 представлено рекомендуемое число интервалов гистограммы.

Таблица 3

Рекомендуемое число интервалов гистограммы

Количество наблюдаемых значений в выборке	Число интервалов
40 – 50	6
51 – 100	7
101 – 200	8
201 – 500	9
501 – 1000	10
Более 1000	11 - 20

4. Все данные распределить по интервалам в порядке возрастания. При этом наименьшие и наибольшие значения измеренных величин должны находиться не на границе интервала, а внутри его, в центре интервала.
5. Подсчитать частоту каждого интервала.
6. Вычислить относительную частоту попадания данных в каждый из интервалов (для этого необходимо частоту каждого интервала разделить на общее количество измерений).

⁷ Гистограмма. - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Histogram.htm

7. По полученным данным построить гистограмму (высота столбиков соответствует частоте или относительной частоте попадания данных в каждый из интервалов – рис.5). При этом на горизонтальной оси выбирается масштаб, и откладываются соответствующие интервалы, а на вертикальной оси - соответствующие им значения частот.

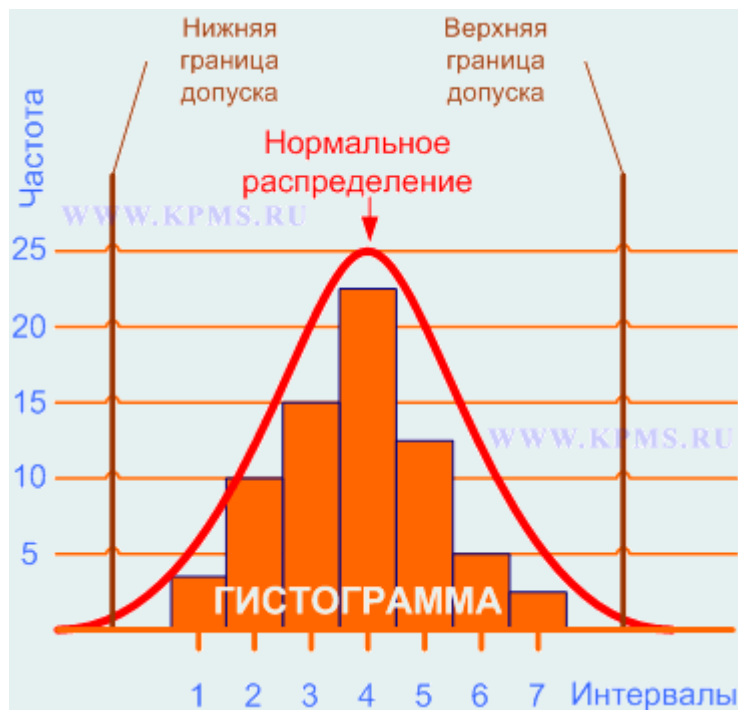


Рис. 5. Пример гистограммы

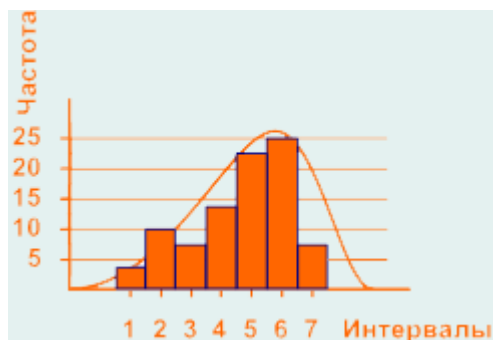
Если на контролируемый параметр существует поле допуска, то гистограмма может содержать верхнюю и нижнюю границы поля допуска. Это позволяет увидеть в какую сторону и как смещается значение контролируемого показателя относительно поля допуска. Границы наносятся по оси абсцисс.

Гистограмма, представленная на рисунке выше имеет форму нормального распределения, что говорит о стабильности процесса, но часто бывает, что форма распределения отклоняется от нормального. Это свидетельствует о нарушениях в процессе и необходимости применения управляющих воздействий.

Некоторые, часто встречающиеся отклонения и их причины представлены ниже.

- Гистограмма смещена влево (асимметрия влево):

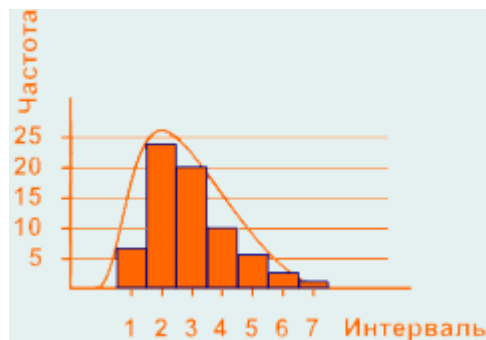
Может вызываться смещением процесса к верхней границе допуска, либо из множества измерений отсортированы результаты, которые выпадают за пределы верхней границы допуска, либо природа процесса физически запрещает любые



измерения больше чем максимальные значения допуска.

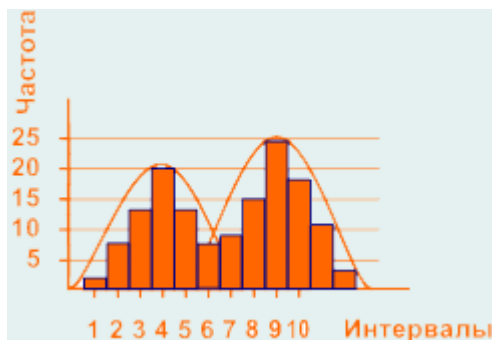
Гистограмма смещена вправо (асимметрия вправо):

Может вызываться смещением процесса к нижней границе допуска, либо из множества измерений отсортированы результаты, которые выпадают за пределы нижней границы допуска, либо природа процесса физически запрещает любые измерения меньше чем минимальные значения допуска.



Бимодальность:

Гистограмма отображает два совмещенных процесса. Такая ситуация может произойти если результаты измерений получены от двух разных устройств, двух операторов, контролеров, разных измерительных инструментов, или с разных точек измерения.



Гистограмма усечена:

Распределение не является нормальным т.к. нет постепенного снижения частоты результатов измерений от центра к границам допуска. Такой вид гистограммы возникает если процесс не способен удовлетворять спецификациям и часть измерений отсортирована с двух сторон при приближении к границам допуска, либо потеряны чересчур малые значения результатов измерений.



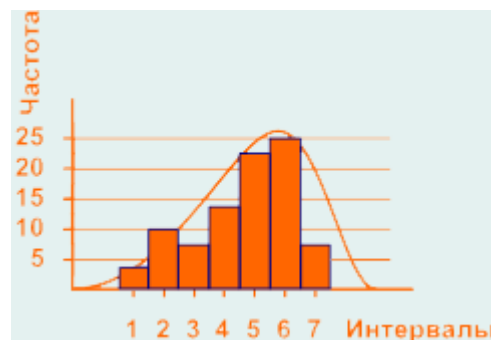
Гистограмма не имеет центра:

Центр распределения был отсортирован из набора данных результатов измерений. Такая ситуация может возникнуть из-за недостаточных требований в инженерной спецификации.



Гистограмма смещена влево (асимметрия влево):

Может вызываться смещением процесса к верхней границе допуска, либо из множества измерений отсортированы результаты, которые выпадают за пределы верхней границы допуска, либо природа процесса физически запрещает любые измерения больше чем максимальные значения допуска.



Гистограмма содержит выступы на границах:

Часть измерений на удаленных от центра сторонах распределения была изменена, чтобы привести характеристики процесса в соответствие с установленным полем допуска или измерения, выходящие за пределы поля допуска были записаны как входящие в поле допуска.



Сильные стороны гистограммы, как инструмента контроля качества, заключаются в ее наглядности, простоте, возможности быстро представить вид распределения большого числа данных. Также гистограмма показывает взаимосвязь изменения контролируемых параметров по отношению к инженерным спецификациям.

К недостаткам можно отнести – отсутствие возможности количественно оценить стабильность процесса, отсутствие привязки ко времени, необходимость большого числа данных для точной оценки структуры распределения, возможность различного толкования результатов, некоторая субъективность в представлении формы распределения.

Пример. Имеются следующие значения измеряемой величины. Построить гистограмму.

8,5	9,5	10,5	8,75	11,0	9,75	9,75	8,75	10,5	9,75
9,5	8,75	9,25	10,25	9,0	10,0	10,0	9,75	11,0	9,5
9,25	10,25	9,0	10,0	9,25	9,0	9,0	10,00	10,75	9,5
10,0	9,75	10,0	10,0	10,0	9,5	10,5	8,75	10,25	8,75
9,75	10,75	9,5	9,75	9,75	10,25	9,75	9,75	9,75	10,0
9,0	9,0	10,0	10,5	10,5	10,0	9,0	10,00	9,5	10,0
10,75	8,25	9,0	9,0	9,0	10,5	10,25	10,0	9,5	10,25
10,5	10,0	8,75	11,0	11,0	9,75	10,0	10,25	9,75	10,25
11,0	8,75	11,25	9,5	9,5	9,5	8,75	9,75	10,0	11,0
10,25	9,25	9,75	9,0	9,00	10,0	9,5	10,0	10,0	11,75

$X_{\max} = 12.00$, $X_{\min} = 8.25$, Размах = 2,75 , ширина интервала составляет 8 (округлили до ближайшего целого числа).

Определим границы интервалов и произведем подсчет частот. Представим полученные данные в виде табл. 4.

Таблица 4

Данные для построения гистограммы

Границы интервалов	Середина интервала	Подсчет частот	Частота в интервале	Относительная частота
8,00-8,50	8,25	//	2	0,02
8,50-9,00	8,75	///...///	20	0,2
9,00-9,50	9,25	///...///	16	0,16
9,50-10,00	9,75	///.....///	35	0,35
10,00-10,50	10,25	///...///	16	0,16
10,50-11,00	10,75	////////	9	0,09
11,00-11,50	11,25	/	1	0,01
11,50-12,00	11,75	/	1	0,01
			100	1,00

Используя данные табл. 4, построим гистограмму (рис. 6).

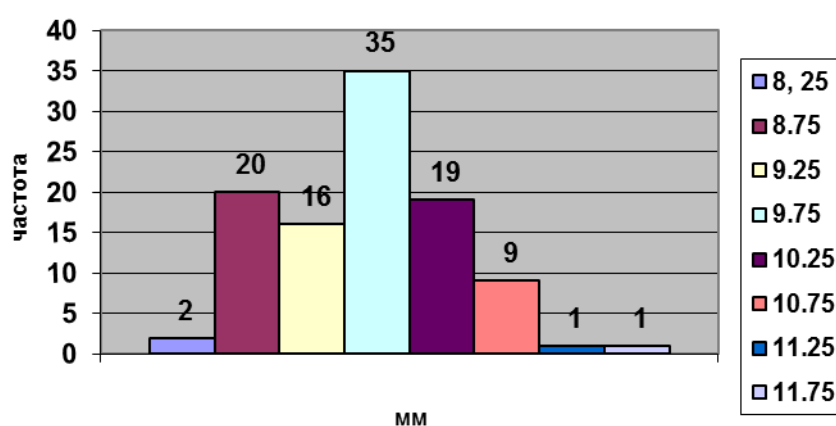


Рис. 6. Пример гистограммы

Собранные для построения гистограммы данные служат источником информации в процессе анализа с использованием различных статистических методов и выработке мер по улучшению качества процесса.

Выделим достоинства и недостатки гистограммы как одного из инструментов статистического контроля качества процессов.

Так достоинствами гистограмм являются:

- наглядность, простота освоения и применения;
- управление с помощью фактов, а не мнений;
- чем больше объем выборки, тем больше уверенность в том, что три важных параметра гистограммы – ее центр, ширина и форма – представительны для всего процесса или для группы продукции.

В то же время в качестве недостатка можно выделить, что интерпретация гистограммы, построенной по малым выборкам, не позволяет сделать правильные выводы.

В. Диаграмма Парето

Данный метод получил свое название по имени итальянского экономиста Вилфредо Парето, который показал, большая часть капитала (80%) находится в руках незначительного количества людей (20%). Парето разработал логарифмические математические модели, описывающие это неоднородное распределение.

Принцип Парето (принцип 20/80) означает, что 20% усилий дают 80% результата, а остальные 80% усилий – лишь 20% результата. Правило Парето относится к числу универсальных принципов управления процессами и явлениями.

Джозеф Джуран отметил “универсальное” применение принципа Парето к любой группе причин, вызывающих то или иное последствие, причем большая часть последствий вызвана малым количеством причин, и применил этот принцип для управления качеством. Для проблем качества данный принцип можно сформулировать следующим образом: В большинстве случаев подавляющее число дефектов и связанных с ними потерь возникает из-за относительно небольшого числа причин. Принцип Парето ранжирует отдельные области по значимости или важности и призывает выявить и в первую очередь устранить те причины, которые вызывают наибольшее количество проблем (несоответствий).

Анализ Парето как правило иллюстрируется диаграммой Парето (рис. 7), на которой по оси абсцисс отложены причины возникновения проблем качества в порядке убывания вызванных ими проблем, а по оси ординат – в количественном выражении сами проблемы, причем как в численном, так и в накопленном (кумулятивном) процентном выражении.

Диаграмма Парето⁸ - это столбчатая диаграмма, на которой интервалы (столбики) упорядочены по нисходящей линии. На такой диаграмме интервалы могут представлять виды дефектов, их локализацию, ошибки и пр. А высота интервалов (высота столбиков) - частоту возникновения дефектов, их процентное соотношение, стоимость, время и пр.

Используется диаграмма Парето при выявлении наиболее значимых и существенных факторов, влияющих на возникновение несоответствий или брака. Это дает возможность установить приоритет действиям, необходимым для решения проблемы. Кроме того, диаграмма Парето и правило Парето позволяют отделить важные факторы от малозначимых и несущественных.

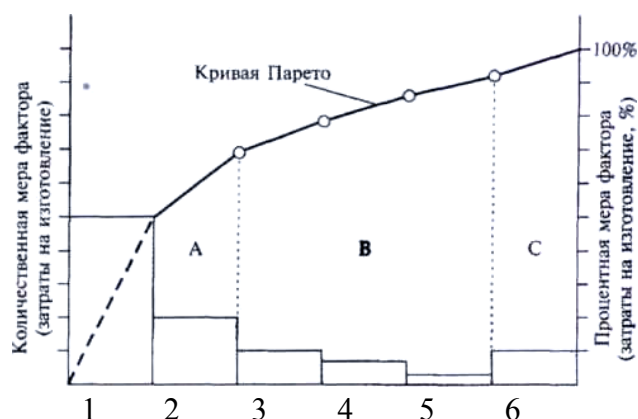
Области применения диаграмм Парето⁹ :

- финансово-экономическая – анализ прибыли предприятия, организации по видам выпускаемой продукции, анализ себестоимости по статьям затрат и т.д.;
- производственная – пооперационный анализ качества продукции, анализ числа отказов по видам оборудования, анализ числа дефектов продукции по дням недели и т.д.;

⁸ Диаграмма Парето. - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Pareto_Chart.htm

⁹ Розова Н.К. Управление качеством. – СПб.: Питер, 2003.

- сбытовая – анализ выручки по видам продукции, анализ поступивших рекламаций по их содержанию, анализ числа возвратов по видам продукции и т.д.;
- снабженческая – анализ потерь от избыточных запасов по видам сырья и материалов, анализ срыва поставок по поставщикам и т.д.;
- делопроизводственная – анализ числа ошибок в документации по видам документов, анализ срывов сроков оформления документов и т.д.



Исследуемые факторы (номера изделий): (1—5) — факторы, представляющие интерес; 6 — прочие факторы

Рис. 7. Диаграмма Парето¹⁰

Различают два вида диаграмм Парето:

- *по результатам деятельности* – диаграмма предназначена для выявления главной проблемы нежелательных результатов деятельности, отражает причины проблем, возникающих в процессе производства продукции;
- *по причинам* – диаграмма используется для выявления главной причины проблем, возникающих в ходе производства, отражает нежелательные результаты деятельности (брак, отказы, дефекты).

Для построения диаграммы Парте какой-либо признак располагается в порядке убывания частоты его появления, однако на последнее место всегда ставится графа «прочие».

Диаграмма Парето состоит из столбчатой диаграммы и кумулятивной кривой. На уровне 80% проводится «линия жизни» (life line), которая отделяет главные причины от второстепенных. На диаграмме отчетливо видна область принятия первоочередных мер, очерчивающая те причины, которые вызывают наибольшее количество ошибок. Таким образом, в первую очередь, предупредительные мероприятия должны быть направлены на решение проблем именно этих проблем.

Порядок построения диаграммы Парето¹¹:

¹⁰ Кузьмин, А.М. Диаграмма Парето/ А.М.Кузьмин // Методы менеджмента качества. – 2005. № 12. – С. 27.

¹¹ Кузнецова Н.В. Управление качеством: учебное пособие. – М.: Флинта: Наука, 2013. – 360с.

1. Решить, какие проблемы (причины проблем) необходимо исследовать ; как и какие данные собирать и осуществлять их классификацию.

2. Разработать формы для регистрации исходных данных (например, контрольный листок с перечнем видов собираемой информации).

3. Собрать данные, заполнить формы регистрации данных и подсчитать итоги по каждому исследуемому фактору (показателю, признаку за заданный промежуток времени).

4. Для построения диаграммы Парето подготовить (или разработать) бланк таблицы, предусмотрев в ней графы для итогов по каждому проверяемому фактору (признаку) в отдельности, накопленной суммы числа проявлений соответствующего фактора, процентов к общему итогу и накопленных процентов.

5. Заполнить таблицу, расположив в ней данные, полученные по проверяемому фактору, в порядке убывания значимости. При этом «прочие» поместить в последнюю строку таблицы.

6. Подготовить оси (одну горизонтальную и две вертикальные линии) для построения диаграммы. Нанести на левую ось ординат шкалу с интервалами от 0 до общей суммы числа выявленных факторов, а на правую ось ординат – шкалу с интервалами от 0 до 100, отражающую процентную меру фактора. Ось абсцисс необходимо разделить на интервалы в соответствии с числом исследуемых факторов или относительной частотой.

7. Построить столбчатую диаграмму. Высота откладывается по левой шкале и равна числу появлений соответствующего фактора. При этом столбцы располагаются в порядке убывания (уменьшения) значимости фактора. Последний столбец характеризует прочие (т.е. малозначимые факторы) и может быть выше других.

8. Построить кумулятивную кривую (кривую Парето) – ломаную линию, соединяющую точки накопленных сумм (количественной меры факторов или процентов). Каждую точку ставят над соответствующим столбцом столбчатой диаграммы, ориентируясь на его правую сторону.

9. Нанести на диаграмму все обозначения и надписи.

10. Провести анализ диаграммы Парето.

При построении диаграммы Парето исполнитель получает возможность представить фактическое положение дел в понятной и доступной форме. Другим достоинством диаграммы является то, что сравнение диаграмм Парето, описывающих ситуацию до и после проведения улучшающих мероприятий, позволяет получить количественную оценку от выигрыша от этих мероприятий. Но при построении сложной, не всегда четко структурированной диаграммы возможны неправильные выводы.

Основное преимущество, которое дает диаграмма Парето это возможность сфокусировать усилия и ресурсы на устранении наиболее значимых проблем. Также как и другие инструменты качества, она легка для применения и понимания персоналом организации.

Недостатком этого инструмента является возможность ввести в заблуждение относительно значимости проблем, особенно если не учитывается стоимость последствий возникающих несоответствий и дефектов.

При использовании диаграмм Парето применяют ABC - анализ, согласно которому все анализируемые факторы располагают в порядке убывания значимости и группируют следующим образом: 1) Группа А – к ней относят факторы (два – три), превосходящие по величине все остальные. 2) Группа В – следующие три фактора, примыкающие к группе А. 3) Группа С – оставшиеся факторы, включая «прочие».

Группировка по методу ABC дает возможность устанавливать различную степень жесткости контроля для каждой из групп факторов. Более жесткий контроль необходим факторам, входящим в группу А. При анализе стоимостных факторов на группу А обычно приходится 70 – 80% всех затрат, на группу В – 10-25 % всех затрат, на группу С – 5-10 % затрат.

Пример построения диаграммы Парето в Excel представлен в Приложении 2.

Г. Контрольный листок

Все статистические методы контроля качества базируются на достоверной информации. Поэтому один из важнейших этапов в процессе совершенствования качества – это сбор данных. При этом необходимо установить цель сбора данных, в чем заключается сущность проблемы качества, какие методы анализа будут использоваться, какие типы данных необходимы для этих методов, каким образом можно собрать эти данные с минимальными усилиями и погрешностями.

Для сбора данных применяю контрольные листки. Контрольные листки могут составляться как по количественным, так и по качественным признакам.

Контрольный листок¹² - это один из семи инструментов контроля качества. Он представляет собой форму для регистрации и подсчета данных, собираемых в результате наблюдений или измерений контролируемых показателей в течении установленного периода времени. Собираемые данные могут быть как целочисленными (например, число дефектов), так и интервальными (например, диапазон значений измерений).

Контрольный листок с одной стороны выступает как средство регистрации данных, как правило, в виде бумажного бланка с заранее внесенными в него контролируемыми параметрами, соответственно которым можно заносить необходимые данные с помощью пометок или каких-либо символов. С другой стороны, контрольный листок – это инструмент, позволяющий облегчить задачу контроля протекающих процессов и предоставить различного рода факты для анализа, корректировки и улучшения качества процессов.

Назначение контрольного листка – облегчение процесса сбора данных, автоматическое их упорядочивание для дальнейшего использования;

¹² Контрольный листок - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Check_sheet.htm

представление информации в удобном для восприятия виде. Контрольный листок позволяет распределить данные по категориям. Он показывает, как часто возникают те или иные события, поэтому информация контрольного листка является более систематизированной, чем обычный сбор данных. Собранные с помощью контрольного листка данные служат источником информации в процессе анализа с использованием различных статистических методов и выработке мероприятий по обеспечению и улучшению качества процессов.

Порядок составления контрольного листка можно представить следующим образом.

1. Определение типа данных и очередности сбора информации.
2. Определение периода времени сбора информации.
3. Формулировка заголовка контрольного листка, отражающего тип собираемой информации.
4. Определение и составление перечня контролируемых характеристик продукции или процесса.
5. Разработка бланка контрольного листка, максимально удобного для заполнения в соответствии с принятыми правилами.

При заполнении контрольного листка обязательно должна быть предусмотрена адресная часть, в которой указывается название листка, измеряемый (контролируемый) параметр, название и номер детали, цех, участок, станок, смена, материал, режим обработки и другие данные, представляющие интерес для контроля. Кроме этого ставится дата заполнения, указывается фамилия и подпись лица, проводившего заполнения листка, или соответствующие расчеты.

При разработке контрольных листков рекомендуется привлекать непосредственных исполнителей этих листков и хранить контрольные листки лучше рядом с местом регистрации данных.

Пример контрольного листка представлен в табл. 5.

одним из главных недостатком их использования.

Контрольный листок является эффективным способом отображения данных. Помимо этого, он обладает и рядом других преимуществ – легкость применения, систематизация данных для работы с другими инструментами качества, применение единой формы для регистрации.

Пример контрольного листка

Наименование документа	Контрольный листок по видам дефектов	
Предприятие: _____ Цех: _____ Участок: _____	Изделие _____ Операция _____ Контролер _____	
Типы дефектов	Данные контроля	Количество деталей
Деформация	//////////	20
Царапины	////////	16
Трещины	////////	12
Сколы	/////	6
Раковины	//////////	23
Разрыв	////////	9
Пятна	//////////	18
Прочие	////////	10
ИТОГО		114

Большое разнообразие форм и размеров контрольных листков является

При этом недостатки контрольного листка связаны с его преимуществами. Это заранее заданные категории данных. Если в процессе наблюдений обнаружится событие, которое не определено в контрольном листке (вид дефекта или диапазон измерений), то это событие не будет зарегистрировано в контрольном листке.

Д. Контрольные карты

Для управления качеством технологического процесса необходимо иметь возможность контролировать те моменты, когда впускаемая продукция отклоняется от заданных техническими условиями допусков. В связи с этим одним из способов достижения удовлетворительного качества и поддержания его на этом уровне является применение контрольных карт.

Контрольные карты применяются в случаях, когда необходимо:

- 1) установить характер неисправностей и дать оценку стабильности процесса;
- 2) установить, нуждается ли процесс в регулировании или его необходимо оставить в прежнем состоянии;
- 3) подтвердить улучшение процесса.

Контрольная карта – это графическое представление характеристик (показателей качества) процесса.

Контрольная карта - это графическое средство, использующее статистические подходы, важность которых для управления

производственными процессами была впервые показана доктором У.Шухартом¹³ в 1924 г.

Контрольная карта (карта Шухарта)¹⁴ это линейчатый график, построенный на основании данных измерений показателей процесса (или продукта) в различные периоды времени. Он позволяет отразить динамику изменений показателя и за счет этого контролировать процесс.

От обычных линейчатых графиков контрольные карты отличаются только дополнительно нанесенными горизонтальными линиями. Эти линии обозначают верхнюю и нижнюю контрольную границу статистически допустимых изменений измеряемой величины и среднее значение всех измерений.

Контрольная карта является средством распознавания отклонений из-за случайных или особых причин от вероятных изменений, присущих данному процессу. Основываются контрольные карты на аппарате математической статистики.

Теория контрольных карт различает два вида изменчивости¹⁵.

Первый вид - изменчивость из-за "случайных (обычных) причин", обусловленная бесчисленным набором разнообразных причин, присутствующих постоянно, которые нелегко или невозможно выявить. Каждая из таких причин составляет очень малую долю общей изменчивости, и ни одна из них не значима сама по себе. Тем не менее сумма всех этих причин измерима и предполагается, что она внутренне присуща процессу. Исключение или уменьшение влияния обычных причин требует управленческих решений и выделения ресурсов на улучшение процесса и системы.

Второй вид - реальные перемены в процессе. Они могут быть следствием некоторых определяемых причин, не присущих процессу внутренне, и могут быть устранены, по крайней мере, теоретически. Эти выявляемые причины рассматриваются как "неслучайные" или "особые" причины изменения. К ним могут быть отнесены поломка инструмента, недостаточная однородность материала, производственного или контрольного оборудования, квалификация персонала, невыполнение процедур и т.д.

Цель контрольных карт - обнаружить неестественные изменения в данных из повторяющихся процессов и дать критерии для обнаружения отсутствия статистической управляемости. Процесс находится в статистически управляемом состоянии, если изменчивость вызвана только случайными причинами. При определении этого приемлемого уровня изменчивости любое отклонение от него считают результатом действия особых причин, которые следует выявить, исключить или ослабить.

Впервые введены контрольные карты были в 1924 году У.Шухартом с целью исключения отклонений, вызванных неслучайными причинами, а при нарушении процесса обработки деталей (технологии обработки).

¹³ Шухарт У.А. Экономический контроль качества произведенного продукта / Вэн Ноустренд К. – Нью-Йорк, 1931. – 50 с.

¹⁴ Контрольная карта. - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Control_Chart.htm

¹⁵ ГОСТ Р 50779.42-99. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта. – М.: Сьандартинформ, 2008.

Контрольная карта представляет собой изображение временного ряда со статистически определенными верхней и нижней границами. Эти границы наносятся на обе стороны от средней линии процесса. Если все значения контрольной карты оказываются внутри контрольных пределов, не проявляя каких-либо тенденций, то процесс рассматривается как находящийся в контролируемом состоянии. Если значения попадут за контрольные пределы или примут необычную форму, то процесс считается разлаженным, вышедшим из-под контроля.

Точки, которые наносятся на контрольные карты, могут быть как результатом прямых измерений отдельного показателя процесса, так и суммарным (комплексным) значением группы показателей, полученных в один момент времени. Комплексный показатель может включать, например, среднее значение по группе измерений, среднее значение отклонений, процент дефектов, среднее число дефектов на единицу и т.п.

Использование контрольных карт и их тщательный анализ ведут к лучшему пониманию и совершенствованию процессов.

На рис. 8 представлен общий вид контрольной карты.

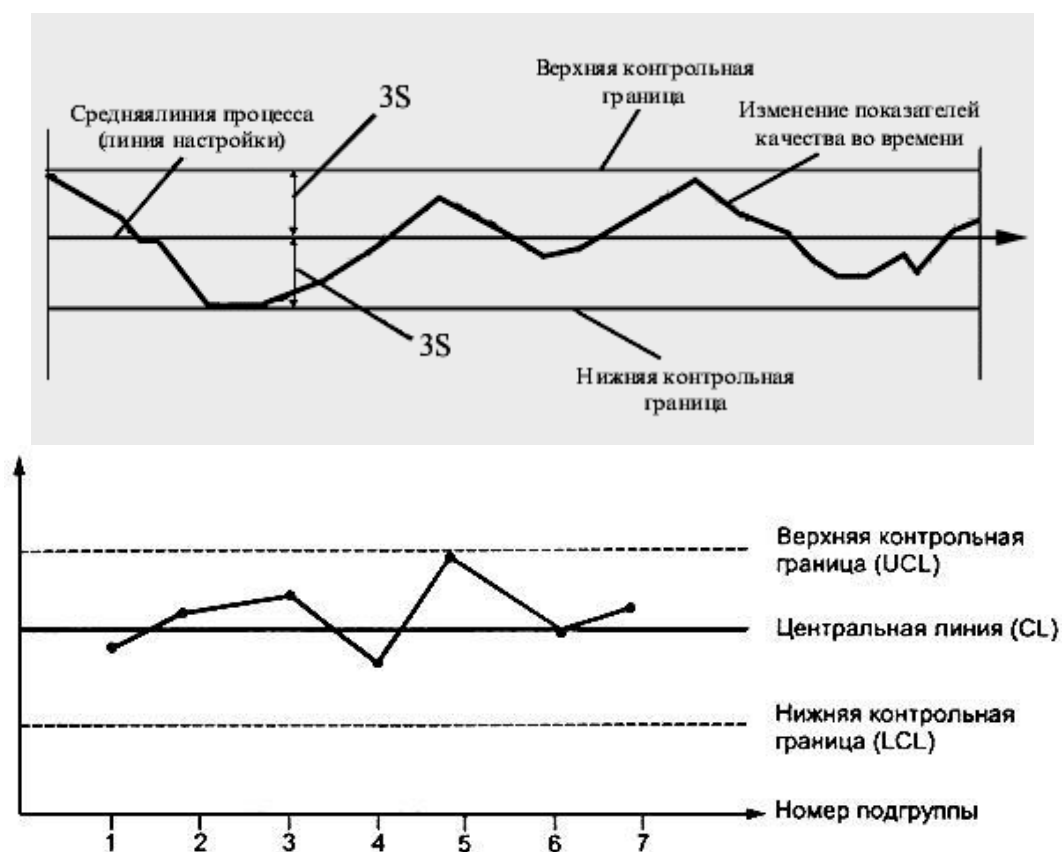


Рис. 8. Общий вид контрольной карты

Существуют различные типы контрольных карт.

1. Контрольные карты по количественным признакам

Контрольные карты по количественным признакам - это как правило сдвоенные карты, одна из которых изображает изменение среднего значения

процесса, а 2-я - разброса процесса. Разброс может вычисляться или на основе размаха процесса R (разницы между наибольшим и наименьшим значением), или на основе среднеквадратического отклонения процесса S .

В настоящее время обычно используются $\bar{x}$ - S карты, $\bar{x}$ - R карты используются реже.

Существуют следующие виды контрольных карт:

1. Контрольные карты для регулирования по количественным признакам (измеренные величины выражаются количественными значениями):

а) контрольная карта $\bar{x}$ - R состоит из контрольной карты $\bar{x}$, отражающей контроль за изменением среднего арифметического, и контрольной карты R , служащей для контроля изменений рассеивания значений показателей качества. Применяется при измерении таких показателей, как длина, масса, диаметр, время, предел прочности при растяжении, шероховатость, прибыль и т.д.

б) Контрольная карта $\bar{x}$ - R состоит из контрольной карты $\bar{x}$, осуществляющей контроль за изменением значения медианы, и контрольной карты R . Применяется в тех же случаях, что и предыдущая карта. Однако она более проста, поэтому более пригодна для заполнения на рабочем месте.

2. Контрольные карты для регулирования по качественным признакам:

а) контрольная карта p (для доли дефектных изделий) или процента брака, применяется для контроля и регулирования технологического процесса после проверки небольшой партии изделий и разделения их на доброкачественные и дефектные, т.е. определения их по качественным признакам. Доля дефектных изделий получена путём деления числа обнаруженных дефектных изделий на число проверенных изделий. Может применяться также для определения интенсивности выпуска продукции, процента неявки на работу и т.д.;

б) контрольная карта pn (количество брака), применяется в случаях, когда контролируемым параметром является число дефектных изделий при постоянном объеме выборки n . Практически совпадает с картой p ;

в) контрольная карта c (число дефектов на одно изделие), используется, когда контролируется число дефектов, обнаруживаемых среди постоянных объемов продукции (автомобили – одна или 5 транспортных единиц, листовая сталь – один или 10 листов);

г) контрольная карта u (число дефектов на единицу площади), используется, когда площадь, длина, масса, объём, сорт непостоянны, и обращаться с выборкой как с постоянным объемом невозможно.

Алгоритм построения $\bar{X}$ - R контрольной карты выглядит следующим образом:

1. Выполняют измерение 20-25 последовательно изготавливаемых групп из технологического процесса, т.е. выборок ($k=20-25$), по 4-5 изделий в группе (объем выборки $n = 3-7$).
2. Для каждой группы рассчитывают:
 - среднее значение

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j, \quad i = 1, 2, \dots, k$$

- общее среднее значение

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \bar{x}_i$$

3. Для каждой выборки рассчитывают:

- размах (диапазон)

$$R_i = \max(x) - \min(x), \quad i = 1, 2, \dots, k$$

- среднее значение размаха

$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_i$$

По данным контроля рассчитывают параметры контрольных карт:

для $\bar{X}$ – карты

центральная линия CL:

$$CL = \bar{\bar{x}}$$

верхняя граница регулирования UCL:

$$UCL = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$$

нижняя граница регулирования LCL:

$$LCL = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$$

для R - карты

центральная линия CL:

$$CL = \bar{R}$$

верхняя граница регулирования UCL:

$$UCL = D_4 \bar{R}$$

нижняя граница регулирования LCL:

$$LCL = D_3 \bar{R}$$

A_2, D_3, D_4 – табулированные коэффициенты, зависящие от объема выборки.

4. Осуществляется построение контрольной карты.

5. Интерпретация результатов контрольной карты

Алгоритм построения контрольной карты *pn* можно представить следующим образом:

1. Осуществляется сбор данных: берутся выборки объемом n ($n \sim 100$), число выборок – k ($k \sim 20 - 25$).

2. Рассчитывается средняя доля дефектных изделий в выборке:

Общее количество дефектных изделий во всех выборках

$$p = \frac{n \cdot k}{n \cdot k}$$

3. По данным контроля рассчитывают параметры контрольных карт:

центральная линия CL:

$$CL = \bar{pn}$$

верхняя граница регулирования UCL:

$$UCL = \bar{pn} + 3\sqrt{\bar{pn}(1 - \bar{p})}$$

нижняя граница регулирования LCL:

$$LCL = \bar{pn} - 3\sqrt{\bar{pn}(1 - \bar{p})}$$

Если LCL < 0, то она зануляется

4. Осуществляется построение контрольной карты.

5. Интерпретация результатов контрольной карты.

На рис. 9 представлена общая форма контрольной карты.

Операция					Объем выборки												Характеристика											
Нормативы					Дата					Отдел							Менеджер по качеству											
Средние																												
Размахи																												
N под- группы		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
	1																											
	2																											
	3																											
	4																											
	5																											
Сумма																												
Среднее																												
Размах																												

Рис. 9. Общая форма контрольной карты

С помощью контрольной карты можно определить, управляем или разлажен технологический процесс. То есть можно вести речь об интерпретации результатов контрольных карт. На рис. 10 представлен пример карты средних и размахов.

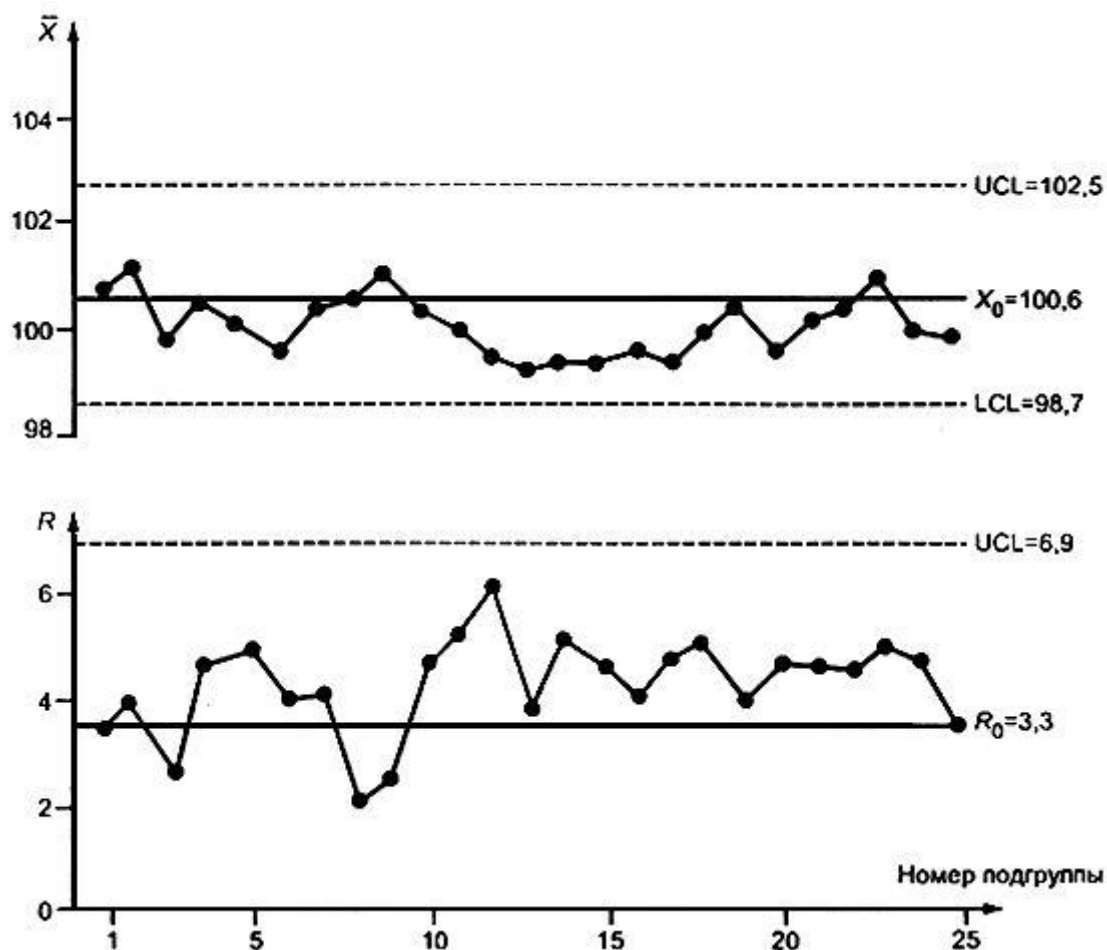


Рис. 10. Карты средних и размахов

Карты, изображенные на рис.10, показывают, что процесс не находится в статистически управляемом состоянии на требуемом уровне, так как есть последовательность из 20 точек, лежащих ниже центральной линии на $\bar{X}$ -карте и последовательность из 21 точек выше центральной линии на R -карте. Причина столь длинной последовательности низких значений среднего должна быть исследована и устранена.

Следующие критерии отражают *неконтролируемое состояние процесса*.

1. *Выход за контрольные границы*: если одна или несколько точек выходят за контрольные границы или точно расположены на них, это означает, что произошёл какой-то сбой, причину которого необходимо установить.

2. *Наличие серий*: серия – это последовательность точек, лежащих по одну сторону от центральной линии. Число таких точек называется длиной серии. Ненормальной считается серия в 7 и более точек. Существуют также случаи, когда длина серии меньше 6, однако технологический процесс может быть признан неконтролируемым: не менее 10 из 11, 12 из 14 и 16 из 20 точек лежат по одну сторону от центральной линии.

3. *Тренд или дрейф*, когда точки образуют непрерывную повышающуюся или понижающуюся кривую. Ненормальный тренд – это 7 и более точек

4. *Периодичность*: кривая повторяет структуру “то подъём, то спад” с примерно одинаковыми интервалами времени.

Когда на карте **X-R** какая-либо точка выходит за контрольную границу регулирования или находится на ней, то это означает неправильную настройку или разлаженность процесса. Обычно это легко устраняется настройкой оборудования. Когда за контрольную границу регулирования перемещается кочка на графике R, то это означает, что увеличился разброс групп, случайные факторы нарушили нормальное течение процесса. В данном случае необходимо увеличить входной контроль материалов, проверить технические характеристики оборудования¹⁶ [1].

Применение контрольных карт ограничено, т.к. они используются только в массовом производстве. Контрольные карты не обладают «памятью», т.е. при контроле с их помощью не учитывается предыдущее поведение контролируемого параметра. Поэтому была разработана методика, учитывающая для анализа текущего состояния информацию о прошлых данных. В основе этой методики лежит исследование не индивидуальных значений признака, а учёт их кумулятивных сумм.

Предположим, что x – некий контролируемый параметр, который принимает значения $x_1, x_2, \dots, x(n)$; k – эталон (общее среднее значение x или номинал). Последовательно рассчитывают кумулятивные суммы:

$$S_1=(x_1 - k), S_2=(x_1 - k)+(x_2 - k)=S_1+(x_2 - k), \dots, S(n)=S(n - 1)+(x(n) - k).$$

По результатам расчета S строят график - карту кумулятивных сумм. Здесь конкретное значение S неважно. Значимым является лишь наклон графика кумулятивных сумм по отношению к оси x .

Если график кумулятивных сумм аппроксимируется с помощью горизонтальной прямой, то на данном участке среднее значение параметра равно эталону, т.к. прирост кумулятивных сумм равен нулю. Если на каком-то участке график кумулятивных сумм аппроксимируется с помощью возрастающей прямой, т.е. прирост сумм здесь положителен, это означает, что среднее значение параметра больше эталона. Если аппроксимирующая прямая убывает, среднее на данном участке меньше эталона.

Результатом использования данного инструмента контроля качества является получение объективной информации для принятия решения об эффективности процесса.

Для того чтобы контрольная карта являлась эффективным средством управления процессом сбор результатов измерений контролируемых показателей и их регистрация в контрольной карте должны осуществляться в режиме реального времени.

Контрольные карты обладают рядом достоинств. В частности, они дают возможность визуально определить момент изменения процесса, создают основу для улучшения процесса, выявляют различия между случайными и системными нарушениями в процессе, снижают потери от брака за счет предотвращения появления дефектов. К недостаткам контрольных карт можно отнести более высокие требования к подготовке персонала и необходимость работы в реальном времени.

¹⁶ Басовский Л.Е., Протасьев В.Б. Управление качеством: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2004.

К числу главных достоинств можно отнести: 1) указание на наличие потенциальных проблем до того, как начнется выпуск дефектной продукции; 2) улучшение показателей качества и снижение затрат на его обеспечение.

В то же время грамотное построение контрольных карт любого типа представляет собой сложную задачу и требует от работника определенных знаний.

К недостаткам контрольных карт по количественным признакам следует отнести тот факт, что каждая карта позволяет контролировать только один признак изделия (или процесса), а качество большинства изделий определяется по нескольким признакам. На практике очень часто приходится выбирать для контроля один или два основных признака. Преимущество контрольных карт по качественным признакам заключается в том, что с помощью одной контрольной карты можно контролировать несколько признаков изделия (или процесса), подсчитывая количество имеющихся дефектов¹⁷.

В табл. 6 приведены формулы расчета линий контрольных карт.

Таблица 6

Формулы расчета контрольных границ регулирования

Название некоторых контрольных карт	Обозначение	Формула расчета при неизвестной дисперсии
Для средних арифметических значений	$(\bar{x} - \sigma)$ – карта	$\bar{x}$; $\bar{x} + A_1 \cdot \sigma$; $\bar{x} - A_1 \cdot \sigma$;
Для средних квадратичных отклонений	σ – карта	σ ; $B_4 \cdot \sigma$; $B_3 \cdot \sigma$;
Для индивидуальных значений	$(I - \sigma)$ – карта	$\bar{x}$; $\bar{x} + I_1 \cdot \sigma$; $\bar{x} - I_1 \cdot \sigma$;
Для средних арифметических значений	$(\bar{x} - R)$ – карта	$\bar{x}$; $\bar{x} + A_2 \cdot R$; $\bar{x} - A_2 \cdot R$;
Для размаха	R – карта	R ; $D_4 \cdot R$; $D_3 \cdot R$;
Для индивидуальных значений	$(I - R)$ – карта	$\bar{x}$; $\bar{x} + I_2 \cdot R$; $\bar{x} - I_2 \cdot R$;
Для дефектных единиц продукции	P – карта	P ; $P \pm 3\sqrt{p(1-p)/n}$
Количество дефектных единиц продукции	C – карта	c ; $c + 3\sqrt{\bar{c}}$; $c - 3\sqrt{\bar{c}}$;
Среднее число дефектов	U – карта	U ; $U + 3(U/n)^{1/2}$; $U - 3(U/n)^{1/2}$;

Первая строка – формула для средней линии;
Вторая строка – формула для верхней (+) и нижней (-) границ;
 $\bar{x}$ – среднее арифметическое значение по выборке;
 $\bar{x}$ – среднее арифметическое значение по совокупности выборок;
 σ – среднее квадратичное отклонение по выборкам;
 R – размах средний;
 P – вероятность наступления события на основе выборки (дефектная деталь);
 n – объем выборки ($j = 1, n$);
 m – количество выборок ($j = 1, m$).

В табл. 7 приведены значения показателей для расчета контрольных границ регулирования.

¹⁷ Управление качеством: Учебник для вузов / С.Д.Ильenkova, Н.Д. Ильenkova, В.С.Мхитарян и др.; под ред. С.Д.Ильenkовой. – М.: Юнити-Дана, 2004.

Таблица 7

Значение показателей для расчета контрольных границ

n	A	A₁	A₂	B₁	B₂	B₃	B₄	C₂	1/C₂	C₃
2	2,12	3,76	1,88	0	1,84	0	3,27	0,56	1,77	0,42
3	1,73	2,39	1,02	0	1,86	0	2,57	0,72	1,38	0,38
4	1,50	1,88	0,73	0	1,81	0	2,57	0,80	1,25	0,34
5	1,34	1,60	0,58	0	1,76	0	2,09	0,84	1,19	0,31
6	1,23	1,41	0,48	0,03	1,71	0,03	1,97	0,87	1,15	0,28
7	1,13	1,28	0,42	0,11	1,67	0,12	1,88	0,89	1,13	0,26
8	1,06	1,18	0,37	0,17	1,64	0,18	1,82	0,90	1,11	0,24
9	1,00	1,09	0,34	0,22	1,61	0,24	1,76	0,91	1,09	0,23
10	0,95	1,03	0,31	0,26	1,58	0,28	1,72	0,92	1,08	0,22
11	0,91	0,97	0,28	0,30	1,56	0,32	1,68	0,93	1,07	0,21
12	0,87	0,93	0,27	0,31	1,54	0,35	1,65	0,94	1,07	0,20
N	D₂	1/d₂	d₃	D₁	D₂	D₃	D₄	I₁	I₂	I₃
2	1,13	0,89	0,85	0	3,69	0	3,27	9,32	2,66	2,16
3	1,69	0,59	0,89	0	4,36	0	2,58	4,15	1,77	1,27
4	2,06	0,49	0,88	0	4,70	0	2,28	3,76	1,46	0,96
5	2,33	0,43	0,86	0	4,92	0	2,11	3,57	1,29	0,79
6	2,53	0,39	0,85	0	5,08	0	2,00	3,45	1,18	0,68
7	2,70	0,37	0,83	0,21	5,20	0,08	1,92	3,38	1,11	0,61
8	2,85	0,35	0,82	0,39	5,31	0,14	1,86	3,32	1,05	0,55
9	2,97	0,34	0,81	0,55	5,39	0,18	1,82	3,28	1,01	0,51
10	3,08	0,32	0,80	0,69	5,47	0,22	1,78	3,25	0,98	0,48
11	3,17	0,32	0,79	0,81	5,53	0,26	1,74	3,23	0,95	-
12	3,26	0,31	0,78	0,92	5,59	0,28	1,72	3,20	0,92	-

С помощью контрольной карты можно определить, управляем или разлажен технологический процесс.

В Приложении 3 приведен пример построения контрольной карты с помощью Excel.

Е. Метод стратификации (расслаивания данных)

Одним из наиболее простых и эффективных статистических методов является стратификация – «расслаивание» статистических данных.

Стратификация¹⁸ – один из инструментов качества, предназначенный для выявления какой-либо закономерности в массиве данных за счет их разделения. Стратификация применяется в том случае, когда данные из различных источников сосредоточены вместе и это мешает определить структуру или их системность. Как правило, этот инструмент используют совместно с другими инструментами анализа данных.

Термин стратификация означает – расслаивание. В результате стратификации данные в соответствии с их особенностями разделяются на группы или слои (страты). Для того чтобы проводить расслаивание статистических данных важно правильно определить факторы, по которым будет осуществляться стратификация. Сбор данных должен вестись таким

¹⁸ Стратификация - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Stratification.htm

образом, чтобы можно было учесть эти факторы. В противном случае этот инструмент не даст результатов.

Существуют различные факторы расщепления, применение которых зависит от конкретных задач. Например, если в качестве статистических данных собираются данные о количестве дефектов, возникающих в ходе производства парфюмерной продукции, то стратификация может проводиться по таким факторам как квалификация персонала, виды оборудования, состав сырья и пр. В результате стратификация позволит определить количество дефектов, связанных с квалификацией персонала, количество дефектов, связанных с оборудованием, количество дефектов, связанных с парфюмерными компонентами и т.д.

При этом данные группируются в зависимости от условий их получения и производят обработку каждой группы данных в отдельности. Данные, разделённые на группы в соответствии с их особенностями, называют стратами (слоями), а сам процесс деления на страты – стратификацией.

Стратификация может быть выполнена по следующим факторам.

1. Материал: поставщик, время хранения на складе, срока изготовления, номер партии.
2. Машины и оборудование: тип, время эксплуатации (новое или старое), фирма-изготовитель, уровень автоматизации.
3. Персонал: квалификация, опыт, возраст, пол, индивидуальные черты.
4. Окружающая среда: температура, влажность, шум.
5. Время: утренние, вечерние смены, время года.

При этом главным правилом стратификации является необходимость избежать смешения данных различного происхождения. Стратификация используется вместе с другими методами: с гистограммами, диаграммами рассеяния, Парето. Такое сочетание инструментов делает их более мощными.

Преимущества, которые дает стратификация, связаны с возможностью обработки определенных групп данных по отдельности. Это позволяет выявить зависимости, которые при работе со всей совокупностью могут не проявляться. Кроме того, упрощается анализ статистических данных.

К недостаткам этого метода можно отнести необходимость предварительного учета факторов стратификации. Если факторы будут выбраны не верно, то стратификация не даст ожидаемого результата. Тогда для расщепления данных по новым факторам возникает необходимость заново собирать статистические данные.

На рис. 11 приведен пример анализа источника возникновения дефектов. Все дефекты (100%) были классифицированы по четырем факторам – поставщики, операторы, смена и оборудование.

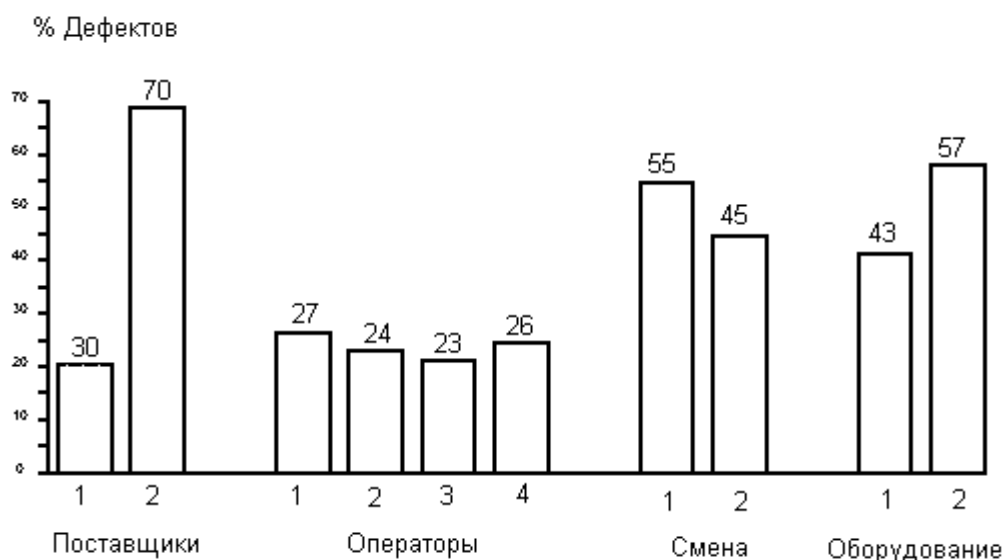


Рис. 11. Пример стратификации данных

На практике метод стратификации используют многократно, расслаивая данные по различным признакам и проводя анализ возникающей при этом разницы. Как правило, сбор данных осуществляют при помощи контрольных листов.

Результат применения метода стратификации можно охарактеризовать следующим образом – полученные данные служат источником информации в процессе анализа и улучшения качества процессов с использованием различных статистических методов (гистограмм, диаграмм Парето, Исикавы, контрольных листов и карт).

При умелой группировке по факторам можно быстро и с минимальными затратами находить решения достаточно сложных проблем.

Из анализа представленных данных рис.9 наглядно видно, что наибольший вклад в наличие дефектов вносит в данном случае «поставщик 2».

Ж. Диаграмма разброса (рассеивания)

Диаграммой разброса (рассеивания) называется графическое изображение взаимосвязи между случайными величинами x и y . Значения случайных величин x , y получают из опыта, строят диаграмму и по виду этой диаграммы делают вывод о существовании корреляции (взаимосвязи) между параметрами x и y .

Диаграмма разброса¹⁹ - это инструмент качества, который предназначен для выявления зависимости между двумя типами данных. Также с помощью этой диаграммы можно определить корреляцию между каким-либо параметром качества и влияющим на него фактором.

Применяется диаграмма разброса в том случае, когда необходимо отобразить что происходит с одной переменной при изменении другой, для определения причины возникновения неконтролируемых точек в ходе многовариантного статистического контроля процесса, подтверждения

¹⁹ Диаграмма разброса - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Scatter_Diagram.htm

взаимосвязи, выявленной в результате применения причинно-следственной диаграммы (диаграммы Исикавы) и пр.

Диаграмма разброса представляет собой точечную диаграмму в виде графика, получаемого путем нанесения в определенном масштабе экспериментальных точек, полученных в результате наблюдений. Координация точек на графике соответствует значениям рассматриваемой величины и влияющего на него фактора. Расположение точек показывает наличие и характер связи между двумя переменными. По полученным экспериментальным точкам могут быть определены и числовые характеристики связи между рассматриваемыми случайными величинами коэффициент корреляции и коэффициенты регрессии.

Правила построения диаграммы разброса (рассеивания):²⁰

1. Определить, между какими парами данных необходимо установить наличие и характер связи (желательно не менее 25-30 пар).
2. Для сбора данных подготовить бланк таблицы или листок регистрации, предусмотрев в нем графы для порядкового номера наблюдения, независимой переменной характеристики (х), зависимой переменной, называемой функцией – откликом (у).
3. По данным наблюдения заполнить листок регистрации данных.
4. По полученным данным построить график в координатах х-у и нанести на него данные. Длина осей, равная разности между максимальными и минимальными значениями для оси х и у, по вертикали и по горизонтали должна быть примерно одинаковой, тогда диаграмму легче читать.
5. Нанести на диаграмму все необходимые обозначения. Данные на диаграмме должны быть понятны любому человеку, а не только тому кто занимался построением диаграммы.

На рис. 12 представлены варианты диаграмм разброса (рассеивания)

Результатом диаграммы разброса является принятие решения о проведении необходимых мероприятий на основании анализа построенной диаграммы.

²⁰ Кузьмин А.М. Диаграмма разброса/ А.М.Кузьмин // Методы менеджмента качества. – 2006. № 2.

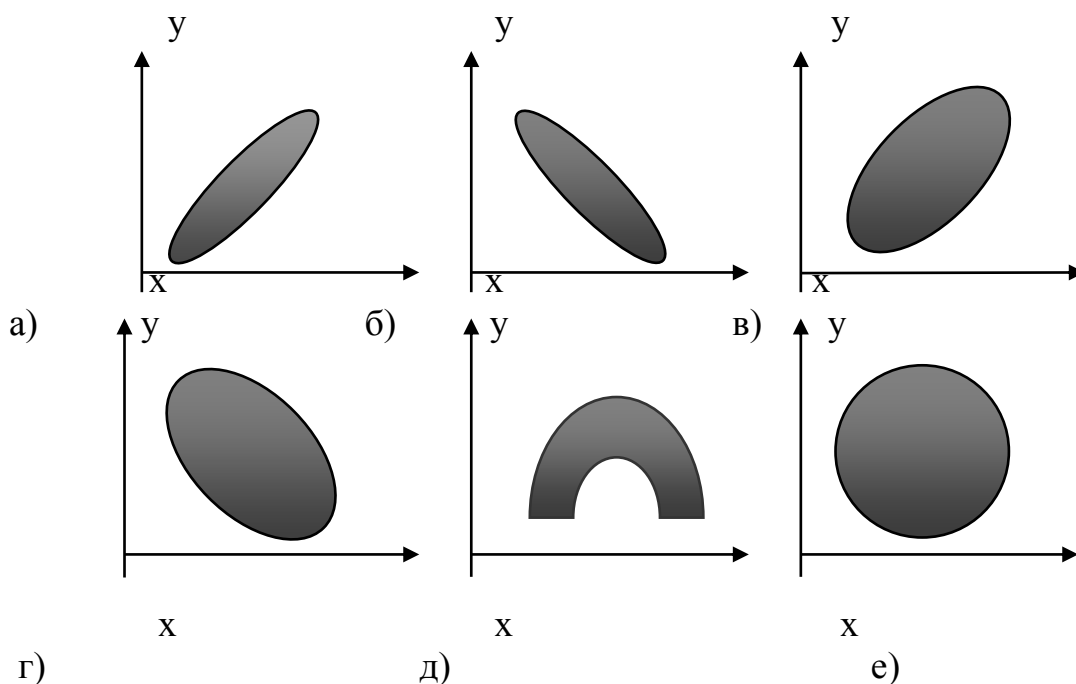


Рис. 12. Варианты диаграмм разброса (рассеивания)

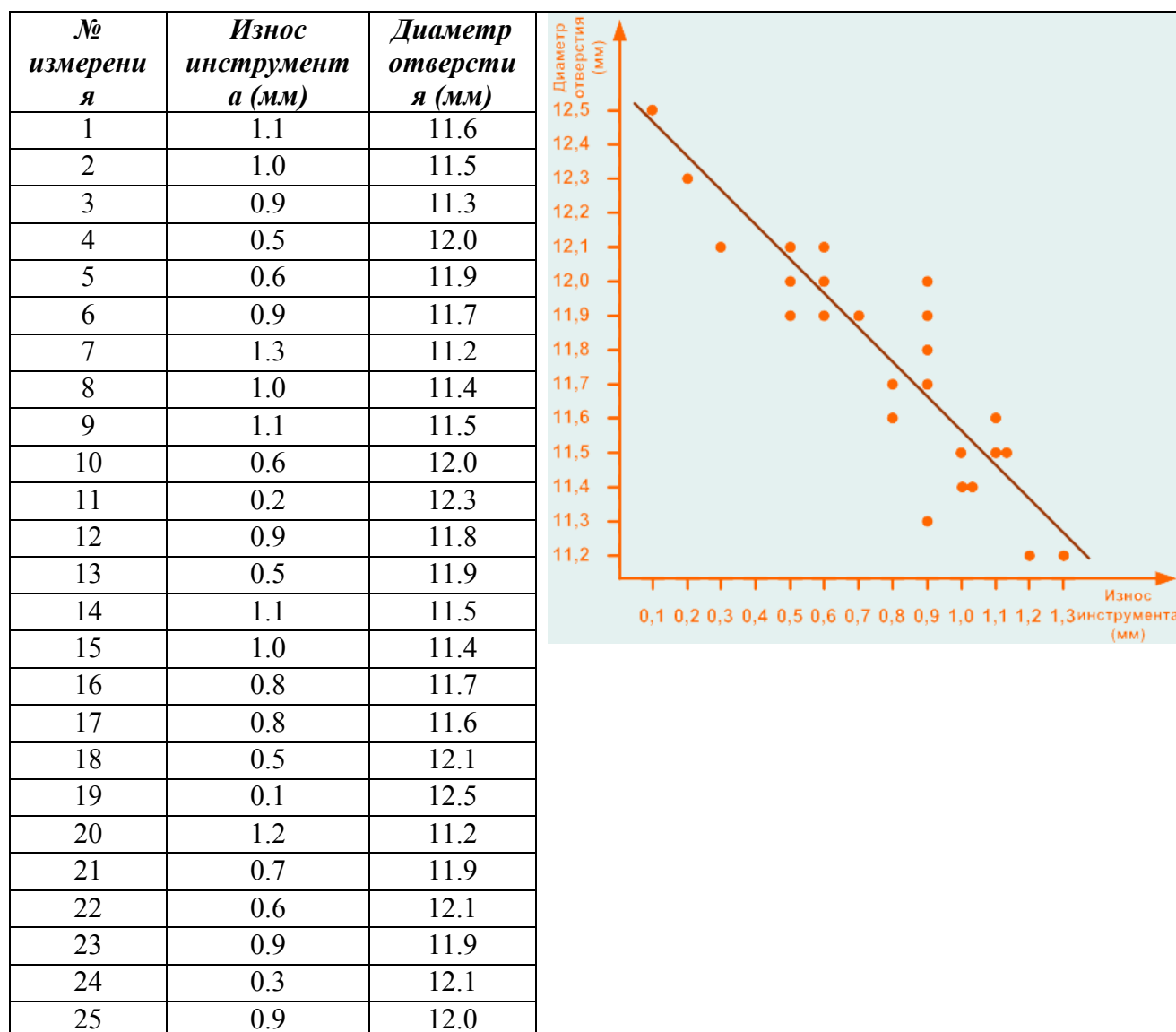
- а) сильная положительная корреляция (с ростом x увеличивается y);
- б) сильная отрицательная корреляция (с ростом x уменьшается y);
- в,г) слабая корреляция;
- д) нелинейная (криволинейная) корреляция;
- е) отсутствие корреляции

Пример. Диаграмма разброса построена для парных данных – «износ инструмента» и «диаметр отверстия». Данные собирались, чтобы показать влияние износа инструмента на диаметр отверстия. Как предполагалось, чем больше износ инструмента, тем меньше должен быть диаметр отверстия.

- Максимальное значение по параметру «износ инструмента» - 1,3 мм.
- Минимальное значение по параметру «износ инструмента» - 0,1 мм.
- Величина шкалы, на которой будут отображаться данные – 1,2 мм. Для отображения данных на диаграмме применим коэффициент масштабирования 10.
- Максимальное значение по параметру «диаметр отверстия» - 12,5 мм.
- Минимальное значение по параметру «диаметр отверстия» - 11,2 мм.
- Величина шкалы, на которой будут отображаться данные – 1,7 мм. Для отображения данных на диаграмме применим коэффициент масштабирования 10.

Между точками на графике можно провести прямую линию, вдоль которой они концентрируются. Это свидетельствует о корреляции между исследуемыми парными данными. Диаграмма разброса показывает величину и наличие взаимосвязи между двумя переменными. Направление и «сжатость» кластера точек говорит о виде и силе взаимосвязи между двумя переменными.

Чем больше этот кластер имеет сходство с прямой линией, тем сильнее корреляция между парными данными.



На основании проведенного анализа, который предоставляет диаграмма разброса, можно принимать дальнейшие решения. В частности, для приведенного примера можно установить допустимый предел износа инструмента в зависимости от разрешенного допуска на диаметр отверстия. Диаграмма разброса является удобным и простым инструментом для выявления взаимосвязи парных данных. Однако сильная взаимосвязь не обязательно означает, что одна переменная напрямую связана с другой переменной. В частности, может быть третья переменная, которая влияет на исследуемые парные данные и которая в итоге «кластеризует» точки на диаграмме разброса.

Диаграмма разброса применяется в производстве и на различных стадиях жизненного цикла продукции для выяснения зависимости между показателями качества и основными факторами производства (для выявления причинно-следственных связей).

В Приложении 4 представлен пример построения диаграммы разброса(рассеивания) в Excel.

Тема 3. Семь новых инструментов управления качеством²¹

Семь инструментов управления качеством – это набор инструментов, позволяющих облегчить задачу управления качеством в процессе организации, планирования и управления бизнесом при анализе различного рода фактов.

Семь инструментов управления качеством обеспечивают понимание сложных ситуаций и позволяют облегчить задачу управления качеством путем улучшения процесса проектирования продукции или услуги.

Данные инструменты усиливают процесс планирования благодаря их способности:

- уяснять задачи;
- устранять недостатки;
- содействовать распространению и обмену информацией между заинтересованными сторонами и т.п.

Использование инструментов управления качеством позволяет экономить ресурсы и тем самым повышает чистую прибыль компании. Семь инструментов управления качеством обеспечивают средства для понимания сложных ситуаций и соответствующего планирования, формируют согласие и ведут к успеху при коллективном решении проблем. Шесть инструментов используются в работе не с конкретными числовыми данными, а со словесными высказываниями и требуют понимания концепций семантики для обнаружения и сбора основных данных. Сбор исходных данных обычно осуществляют, используя эвристические методы – мозговые атаки, метод Дельфи.

В табл. 7 представлена характеристика семи новых инструментов управления качеством.

Таблица 7

Семь новых инструментов управления качеством

Инструменты качества	Характеристика инструментария
Диаграмма средства	Инструмент, позволяющий выявлять основные нарушения процесса путем обобщения и анализа близких устных данных
Диаграмма связей	Инструмент, позволяющий выявлять логические связи между основной идеей, проблемой и различными факторами влияния
Диаграмма дерева	Инструмент стимулирования процесса творческого мышления, способствующий систематическому поиску наиболее подходящих и эффективных средств решения проблем
Матричная диаграмма	Инструмент, позволяющий выявлять важность различных неочевидных (скрытых) связей
Блок-схема процесса принятия решения	Инструмент, помогающий запустить механизм непрерывного планирования, его использование способствует уменьшению риска практически в любом деле
Матрица приоритетов	Инструмент для обработки большого количества числовых данных, полученных в результате построения матричных диаграмм, с целью выявления приоритетных данных
Стрелочная диаграмма	Инструмент, позволяющий планировать оптимальные сроки выполнения всех необходимых работ для реализации поставленной цели и эффективно их контролировать

²¹ Кузьмин, А.М. Семь инструментов управления качеством // Методы менеджмента качества. – 2006. - № 5. – С.25.

Последовательность применения данных методов может быть различной в зависимости от поставленной цели. Данные методы можно рассматривать и как отдельные инструменты, и как систему методов. Каждый метод может находить свое самостоятельное применение в зависимости от того, к какому классу относится решаемая задача.

Диаграмма сродства

Диаграмма сродства²² предназначена для группирования и упорядочивания большого количества качественных (не числовых) данных. Группирование происходит по принципу родственности информации, которая связана с определенной темой. Каждая группа данных представляет собой группу, выделенную по некоторому признаку, характерному только для этой группы.

Данный инструмент качества относится к инструментам управления (к семи новым инструментам качества) и является «творческим» методом. Объединение информации в группы происходит в основном не за счет логической связи между этой информацией, а скорее за счет ассоциаций.

Применяется диаграмма сродства, когда необходимо сопоставить большое количество разрозненных фактов или идей, когда трудно сразу охватить и осмыслить связь комплексных данных или в ситуации, когда выполняется командная работа и команде трудно прийти к согласию в принятии того или иного решения.

Как правило, диаграмма сродства необходима для обработки результатов «*мозгового штурма*» или опросов и анкетирования.

Порядок создания диаграммы сродства:

1. Определяется предмет исследования. В качестве предмета исследования могут выбираться несоответствия по процессу, часто возникающий брак в работе и т.п.

2. Собираются различные разрозненные данные по выбранному предмету исследования. В ходе выполнения этого шага важно обратить внимание на то, чтобы данные собирались «беспорядочно» - т.е. без целенаправленного поиска по какому-либо узкому направлению.

3. Данные распределяются по различным группам, имеющим общие характеристики или признаки. Распределение данных осуществляется на интуитивной основе. Для того чтобы иметь больше возможностей по группировке данных, на этом этапе не следует давать группам названия.

4. Данные в каждой группе пересматриваются, и выделяется общий признак или общая идея, объединяющая все элементы группы. Если не удастся сформулировать общий признак, а количество элементов в группе достаточно велико, то группа разделяется на подгруппы, т.е. выполняется предыдущий шаг, но уже только с элементами выбранной группы.

²² Диаграмма сродства. - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Affinity_Diagram.htm

5. Каждой группе данных присваивается название, которое отражает общий для группы признак.

6. Составляется диаграмма сродства в итоговом варианте.

ПРИМЕР

1. Для примера, в качестве предмета исследования выбрана проблема – нарушение условий монтажа металлоконструкций.

2. Чтобы определить причины этой проблемы была создана рабочая группа из представителей разных подразделений организации. Рабочая группа методом «мозгового штурма» выявила возможные причины, которые были собраны в виде разрозненных данных.

Нарушение условий монтажа металлоконструкций		
Шум на площадке	Детализация монтажной карты	Цвет металлоконструкций
Ошибки в проектной документации	Точки контроля	Периодичность контроля
Техника выполнения работы	Опыт монтажников	Мотивация монтажников
Освещенность рабочего места	Продолжительность рабочей смены	Стоимость исправления брака
Ошибки в комплектации	Сезон работы	Оперативность связи с конструкторским отделом
Низкая квалификация монтажника	Наглядность документации	Качество монтажного инструмента
Отсутствие маркировки	Спецодежда	Медосмотр перед началом работы
Недостаток специального инструмента	Высота расположения конструкций	Состояние измерительных систем
Безопасность выполнения работ	Продолжительность перерывов в работе	Наличие крепежных элементов

3. Выполняем группировку данных по общим признакам. Названия общим признакам не присваиваются. Отдельные данные при последующей работе могут быть перенесены в другие группы.

Группа 1	Группа 2	Группа 3
Шум на площадке	Детализация монтажной карты	Ошибки в проектной документации
Освещенность рабочего места	Наглядность документации	Точки контроля
Сезон работы	Оперативность связи с конструкторским отделом	Периодичность контроля
Продолжительность перерывов в работе	Цвет металлоконструкций	Состояние измерительных систем
Продолжительность рабочей смены	Отсутствие маркировки	Стоимость исправления брака
Группа 4	Группа 5	Группа 6
Техника выполнения работы	Ошибки в комплектации	Безопасность выполнения работ
Опыт монтажников	Недостаток специального инструмента	Спецодежда
Низкая квалификация монтажника	Наличие крепежных элементов	Высота расположения конструкций
Мотивация монтажников	Качество монтажного инструмента	Медосмотр перед началом работы

4. Выявляем общий признак для каждой группы:

группа 1 - вероятный общий признак – условия работы;

группа 2 - вероятный общий признак выделить сложно, поэтому группу необходимо разделить на подгруппы;

группа 3 - вероятный общий признак – контроль;

группа 4 - вероятный общий признак – человеческий фактор;

группа 5 - вероятный общий признак – средства обеспечения и снабжение;

группа 6 - вероятный общий признак – техника безопасности.

5. Пересматриваем состав данных каждой группы и формулируем окончательный вариант обобщающего признака. Всего получаем семь групп – условия работы, документация, идентификация, контроль, человек, обеспечение, безопасность.

6. Составляем итоговый вариант диаграммы сродства.



Наглядность и простота представления данных, которые дает диаграмма средства, является ее **бесспорным преимуществом**.

Но **недостаток** у диаграммы также существенный – это субъективность распределения данных по родственным признакам. Наиболее серьезно этот недостаток проявляется при индивидуальной работе. Метод «**мозгового штурма**» и командная работа несколько снижают субъективность, но не исключают ее.

Диаграмма связей

Диаграмма связей²³ – это инструмент управления качеством, основанный на определении логических взаимосвязей между различными данными. Применяется этот инструмент для сопоставления причин и следствий по

²³ Диаграмма связей. - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Relationship_Diagram.htm

исследуемой проблеме. По своей цели применения диаграмма связей несколько похожа на **причинно-следственную диаграмму Исикавы**.

Различие в том, что в диаграмме Исикавы изначально заданы факторы, относительно которых рассматриваются причины возникновения проблемы. Эти факторы упорядочивают причины в логические последовательности. Когда составляется диаграмма связей такие факторы отсутствуют.

Как правило, диаграмма связей используется совместно с **диаграммой сродства**, т.к. позволяет выстроить выявленные с ее помощью причины в логическую цепочку. Другой сферой применения диаграммы связей является решение комплексных проблем, в ситуации, когда действует множество взаимосвязанных причин (применяется совместно с древовидной диаграммой), а также выявление связей между различными идеями, которые возникают в результате **мозгового штурма**.

Диаграмма связей является инструментом коллективной работы, поэтому для ее построения необходимо первоначально сформировать рабочую группу.

Порядок разработки диаграммы связей можно представить в виде следующего алгоритма:

1. Определяется и формулируется основная проблема, по отношению к которой необходимо выявить причинно-следственную связь. Формулировать проблему следует ясно и четко, так чтобы она была понятна всем участникам команды, и все участники команды были с ней согласны. Если для исследования берется результат применения другого инструмента качества (например, **диаграммы сродства**), то необходимо проверить, чтобы формулировки проблемы совпадали.

2. Собирается информация из различных источников. Этими источниками могут быть результаты предыдущей работы с **диаграммой сродства**, **древовидной диаграммой** или методом **мозгового штурма**. Проводится анализ информации, «родственной» исследуемой проблеме.

3. Предполагаемые причины исследуемой проблемы располагаются по кругу и один из элементов этого круга (любой) выбирается в качестве начальной точки для дальнейших действий. Этот элемент последовательно сопоставляется с каждым из элементов круга. При сопоставлении элементов команда решает, есть ли между элементами причинно-следственная связь и какова сила этой связи (слабая связь или сильная связь).

4. После того, как команда придет к согласию по наличию и виду связи между этими элементами на диаграмме графически изображается связь (в виде стрелки) и указывается направление связи. Стрелка рисуется от «причины» к «следствию». Сильные связи отображаются сплошной линией, слабые связи – пунктирной. На диаграмме не должно быть двунаправленных стрелок.

5. По завершении круга парного сопоставления одного элемента, переходят к следующему элементу и выполняют аналогичные парные сопоставления с этим элементом и т.д.

6. Возле каждого элемента указывают количество входящих и исходящих стрелок.

ПРИМЕР

Диаграмма связей построена на основе результатов, полученных из *диаграммы сродства*. В качестве основной проблемы рассматривается – «*нарушение условий монтажа металлоконструкций*». Для каждого из элементов определено количество входов и выходов. Отдельные элементы не имеют ни входящих, ни исходящих связей. Такая ситуация означает, что среди рассматриваемых элементов нет зависимых причин, либо следствий.

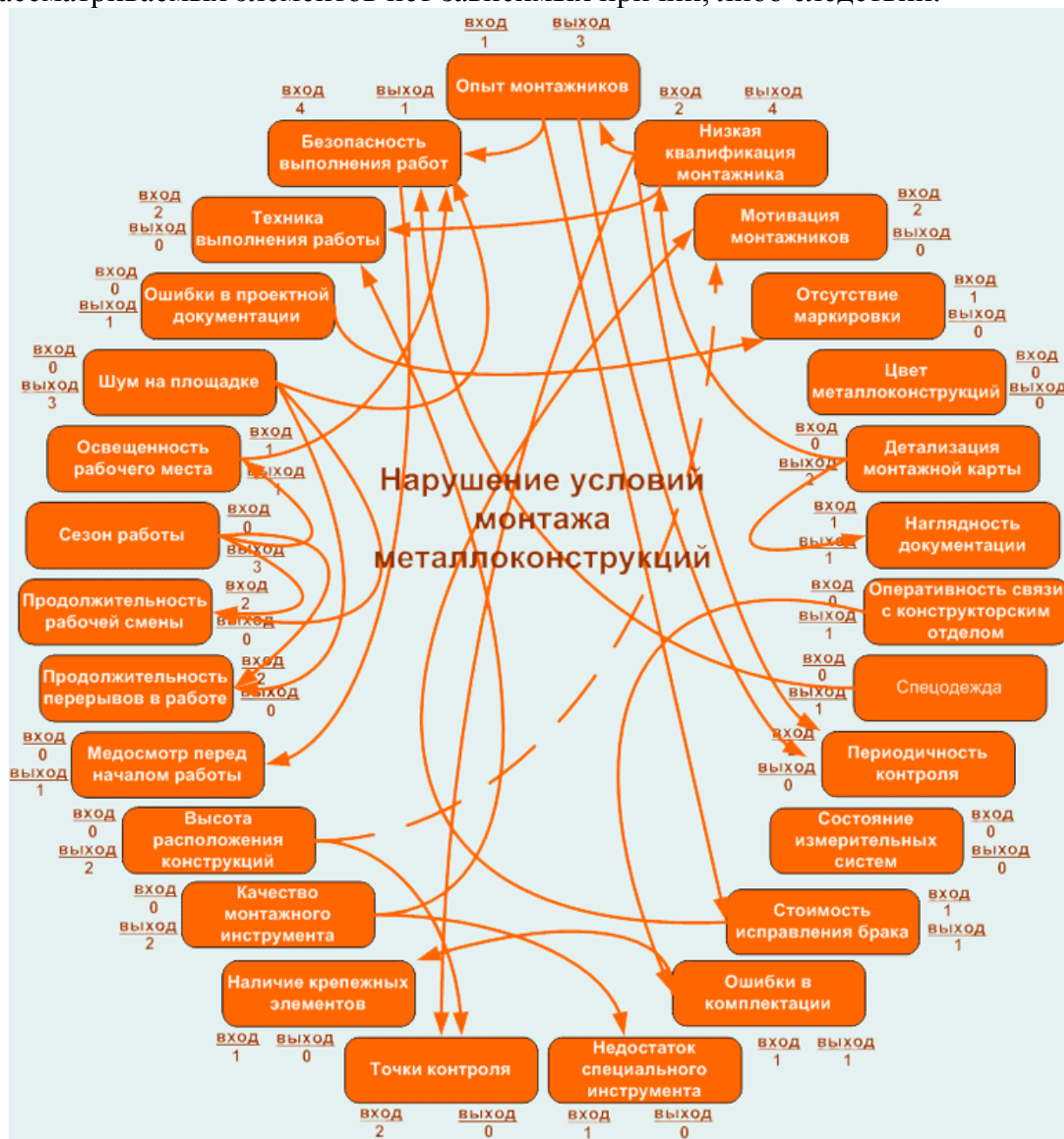


Диаграмма связей обеспечивает структурированный подход к анализу комплексных взаимодействий, что является ее *сильной стороной*.

Слабой стороной является то, что приходится сильно полагаться на субъективные суждения о факторах взаимосвязи и, кроме того, она может быть слишком сложной или трудной для восприятия, если на ней отображается большое число элементов (как показано в примере).

Диаграмма дерева (древовидная или систематическая диаграмма)

Древовидная диаграмма²⁴ – инструмент, предназначенный для систематизации причин рассматриваемой проблемы за счет их детализации на различных уровнях (рис.13). Визуально диаграмма выглядит в виде «дерева» - в основании диаграммы находится исследуемая проблема, от которой «ответвляются» две или более причины, каждая из которых далее «разветвляется» еще на две или более причины и так далее.



Рис. 13. Принцип построения древовидной диаграммы

Применяется древовидная диаграмма когда необходимо определить и упорядочить все потенциальные причины рассматриваемой проблемы, систематизировать результаты **мозгового штурма** в виде иерархически выстроенного логического списка, провести анализ причин проблемы, оценить применимость результатов различных решений проблемы, выстроить иерархическую взаимосвязь между элементами диаграммы средства и пр.

Древовидная диаграмма строится в соответствии со следующим алгоритмом:

1. Определяется исследуемая проблема. Эта проблема будет являться основанием «ветвей» древовидной диаграммы. Проблему необходимо формулировать ясно и четко, таким образом, чтобы не возникало двоякого толкования формулировки. Если берется формулировка из другого инструмента качества (например, **диаграммы сродства**), то она должна совпадать с этой формулировкой.

2. Устанавливаются причины, которые приводят к возникновению рассматриваемой проблемы. Для этой цели может применяться

²⁴ https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Tree_Diagram.htm

Семь новых инструментов качества. – Москва: kpms, 2014.

метод **мозгового штурма**. Если ранее применялась **диаграмма сродства** или **диаграмма связей**, то причины берутся из этих диаграмм. Причины размещаются на одном уровне диаграммы. Связь между исследуемой проблемой и причинами первого уровня отображается в виде линий. При выполнении данного шага необходимо проверять обоснованность размещения причин на первом уровне.

3. Каждая из причин первого уровня разбивается на более простые составляющие. Эти элементы будут являться вторым уровнем причин. Далее процесс повторяется до тех пор, пока каждая из причин более высокого уровня может быть детализирована как минимум на две составляющие.

4. Проводится проверка обоснованности размещения причин на соответствующих уровнях детализации для всей диаграммы целиком. Если все причины размещены правильно и обоснованно, то на этом построение древовидной диаграммы завершается.

ПРИМЕР

Диаграмма связей построена на основе результатов, полученных из **диаграммы сродства**. В качестве основной проблемы рассматривается – «нарушение условий монтажа металлоконструкций».



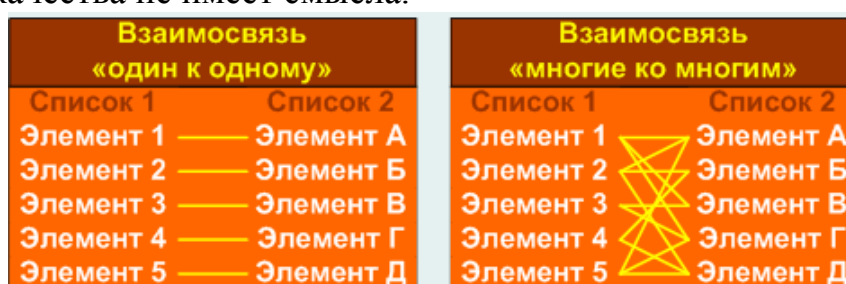
Преимущества древовидной диаграммы связаны с наглядностью и простотой ее применения и понимания. Кроме того, древовидная диаграмма может легко сочетаться с другими инструментами качества, дополняя их.

К недостаткам данного инструмента можно отнести субъективность расположения элементов на том или ином уровне детализации (особенно если выполняется индивидуальная работа).

Матричная диаграмма²⁵

Матричная диаграмма – это инструмент, позволяющий определить наличие и важность связей между элементами - задачами, функциями или характеристиками объекта рассмотрения. Она представляет собой таблицу, включающую элементы, между которыми необходимо установить связь. Часть ячеек таблицы содержит исследуемые элементы, а в других располагаются символы или числа, указывающие наличие и силу взаимосвязи (рис.14, 15).

Наиболее полезным и эффективным инструментом матричная диаграмма является в случаях, когда необходимо установить взаимосвязь по принципу «многие ко многим». Если же между рассматриваемыми элементами существует только простая связь «один к одному», то применять данный инструмент качества не имеет смысла.



А	В					
	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₄	b ₅
a ₁	○					
a ₂						●
a ₃			●			
a ₄						■
a ₅		■				
a ₆						

Рис.14. Матричная диаграмма

a₁, a₂...a_i, b₁, b₂...b_j- компоненты исследуемых объектов А и Б, которые характеризуются различной теснотой связей

²⁵ Матричная диаграмма - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Matrix_Diagram.htm

Приемы маркетинга Элементы создания преимуществ			Специализация			Превосходство в издержках			Позиция на рынке			Возможные стратегии конкуренции											
			Создание пилджа марки	Применение TQM	НОУ-ХАУ инновации	Точное позиционирование и	Совершенствование структурных затрат	Совершенствование ассортимента	Повышение потребительской ценности	Острота конкуренции	Наличие товаров-заменителей	SWOT-анализ	Расширение рынка	Защита доли рынка	Упреждающие действия	Реакция на вызов конкурентов	Фронтальная конкуренция	Фланговая конкуренция	Стратегия окружения	Стратегия следования за лидером	Стратегия ниши	Обход конкурентов	Статус-кво
Определение основы конкурентного преимущества	Преимущество в маркетинге	Уникальность товара															⊗	⊗					
		Прочность репутации фирмы	•																⊗				
		Качество товара		•												⊗		⊗					
		Технологическое лидерство			•													⊗					
		Ассортимент																⊗					
	Преимущество в издержках	Уникальные распределительные мощности											⊗					⊗					
		Экономия от масштабов		⊗									⊗		⊗			⊗				⊗	
		Повышение производительности		⊗			•	•	•				⊗		⊗		⊗	⊗	⊗			⊗	
	Рыночная ниша	Опыт		⊗									⊗				⊗	⊗	⊗			⊗	
Завоевание доли рынка		⊗	⊗	⊗	⊗		⊗								⊗	⊗	⊗	⊗					
		Оборона позиций	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗					⊗	⊗	⊗								
Выявление возможностей для конкурентного преимущества	Привлекательность рынка								•	•													
	Сильные и слабые стороны конкурентов					▽		⊗			•	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	
	Возможности компании																						
Разработка конкурентных стратегий	Лидер рынка		▽	▽	▽							•	•	•	•								
	Претендент и последователь									⊗						•	•	•	•		•	•	
	Уклонение от конкуренции					⊗															•	•	•

(• - сильная связь, ⊗ - средняя связь, ▽ - слабая связь)

Рис. 15. Пример матричной диаграммы

Матричная диаграмма может иметь несколько вариантов представления. Варианты получили названия по латинским буквам алфавита, т.к. форма представления большинства матриц имеет сходство с этими буквами (за исключением 2-х, которые имеют сходство с формой предметов). Основные варианты применяемых матриц: L - матрица, T – матрица, X – матрица, C – матрица, Y – матрица, матрица типа «крыша».

Выбор варианта диаграммы зависит от количества списков элементов, между которыми необходимо установить взаимосвязь (рис.16).

L – матрица применяется для определения взаимосвязи элементов одного списка с элементами второго списка.

T – матрица применяется для определения взаимосвязи элементов одного списка с элементами двух других списков.

X – матрица применяется для сравнения четырех списков и попарного определения взаимосвязи каждого списка с двумя другими.

C - матрица (по форме напоминает куб) применяется для определения взаимосвязи элементов трех списков одновременно.

Y – матрица применяется для определения взаимосвязи элементов трех списков, каждый список сопоставляется с двумя другими.

Матрица типа «крыша» (по форме напоминает крышу дома) применяется для определения взаимосвязи между элементами одного списка.

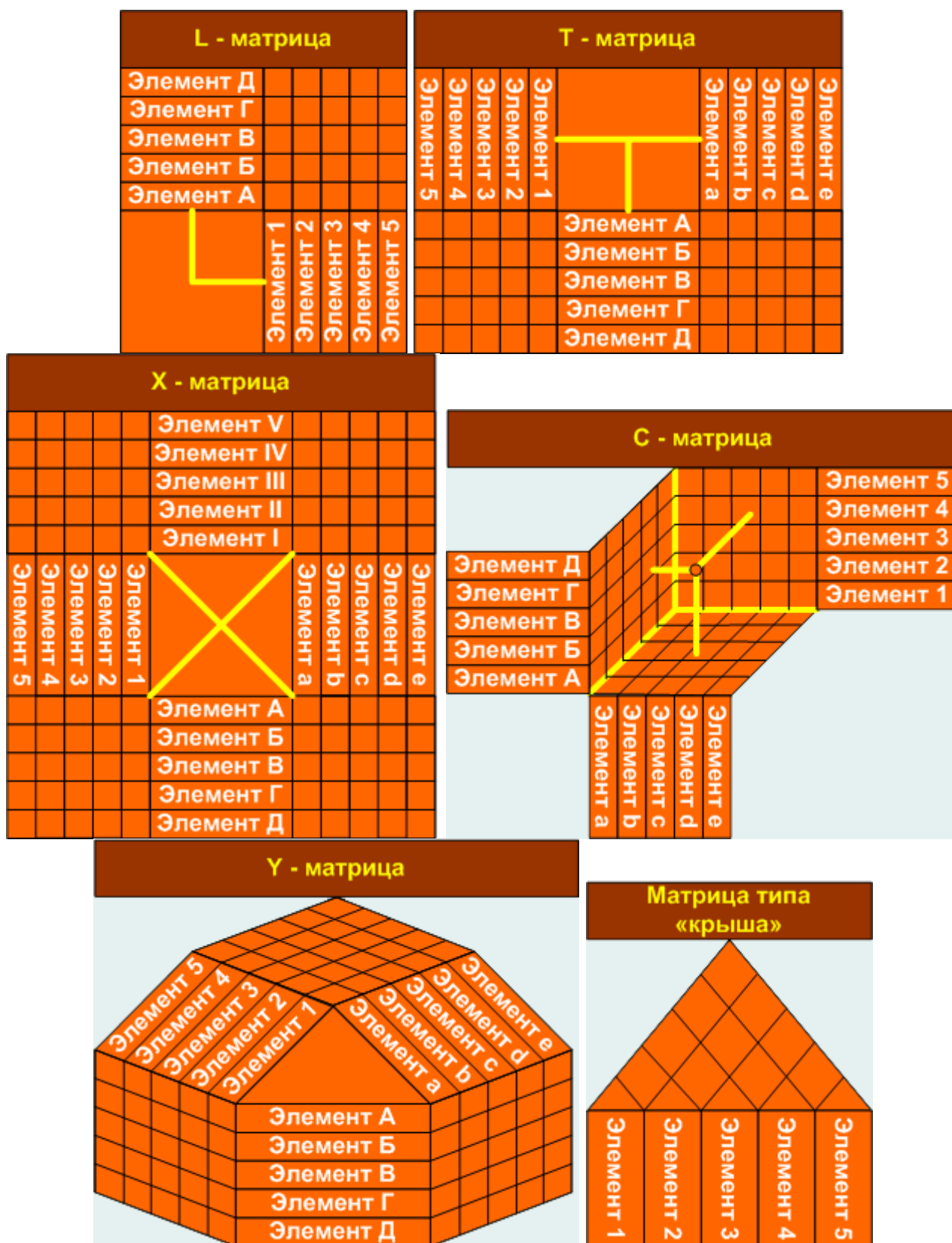


Рис.16. Виды матричных диаграмм

В менеджменте качества наиболее часто используется L – матрица. Как правило, в этой матрице элементы списка, расположенные в строках представляют рассматриваемые проблемы, а в столбцах предполагаемые решения. Также, часто встречается и матрица типа «крыша». Она входит

составной частью в «домик качества» (инструмент техники развертывания функций качества).

Применяется матричная диаграмма в основном для решения сложных и комплексных проблем. При этом сопоставление производится для наиболее критических элементов, а не для всех аспектов рассматриваемых проблем. Это связано с тем, что даже для самой простой L – матрицы необходимо выполнять большое число сопоставлений (например, для матрицы состоящей из 10 элементов в строках и 10 элементов в столбцах таких сопоставлений будет выполнено 100).

Матричная диаграмма строится следующим образом:

1. Определяется проблема, для решения которой может понадобиться матричная диаграмма – сопоставление элементов различных списков, выявление взаимосвязи между ними и силы этой взаимосвязи.

2. Формируется команда для проведения анализа проблемы и составления матричной диаграммы. Желательно, чтобы в состав команды входило не менее 4-х человек. Командная работа повышает объективность результатов, которые дает матричная диаграмма.

3. Определяется, что необходимо сопоставлять с помощью матричной диаграммы. Для этого возможно потребуется применение других инструментов качества. В результате выполнения этого действия могут появиться один, два или более списков элементов, между которыми необходимо установить взаимосвязь.

4. Выбирается подходящий вариант матрицы – L , T , Y , X , С или матрица типа «крыша».

5. Выбирается система обозначений для представления силы взаимосвязи между сравниваемыми элементами списков (например, сильная связь, средняя связь, слабая связь). Система обозначений может быть числовой или символьной. Если выбирается символьная система, то для каждого символа необходимо назначить весовой коэффициент, определяющий силу взаимосвязи.

6. Элементы из списков, составленных на шаге 3, размещаются в строках и столбцах матрицы, и выполняется попарное сопоставление элементов. В случае если команда решит, что между элементами существует взаимосвязь, в ячейке матрицы проставляется символ или число в соответствии с выбранной на шаге 5 системой обозначений.

7. Проводится оценка и анализ матричной диаграммы – выявляются элементы, которые имеют малое количество связей с другими элементами (или не имеют их вовсе), определяются ключевые элементы (имеют большое количество связей с другими элементами), выявляются элементы, взаимосвязь которых требует дальнейшего исследования.

Основные преимущества, которыми обладает матричная диаграмма по сравнению с другими методами это наглядное графическое представление взаимосвязи между различными элементами, возможность быстро оценить силу взаимосвязи, возможность проводить многомерное сравнение элементов списков (от двух до четырех).

К недостаткам можно отнести ограниченность числа сопоставляемых элементов при увеличении числа сравниваемых списков.

Матрица приоритетов²⁶

Матрица приоритетов (матрица критериев, анализ матричных данных) это инструмент, с помощью которого можно ранжировать по степени важности данные и информацию, полученную в результате *мозгового штурма* или матричных диаграмм. Ее применение позволяет выявить важные данные в ситуации, когда нет объективных критериев для определения их значимости или когда люди, вовлеченные в процесс принятия решения, имеют различные мнения по поводу приоритетности данных.

Основное назначение матрицы приоритетов - это распределение различных наборов элементов в порядке значимости, а также установление относительной важности между элементами за счет числовых значений. Матрица приоритетов может быть построена тремя способами. Варианты построения зависят от метода определения критериев, по которым оценивается приоритетность данных - аналитический метод, метод определения критериев на основе консенсуса, и матричный метод.

Аналитический метод применяется, когда относительно невелико число критериев (не больше 6), необходимо получить полное согласие всех экспертов, принимающих участие в оценке, число экспертов не превышает 8 человек, возможны большие потери в случае ошибки с расстановкой приоритетов.

Метод определения критериев на основе консенсуса применяется, когда число экспертов составляет более 8 человек, существует значительное число критериев (от 6 до 15), имеется большое число ранжируемых данных (порядка 10-20 элементов).

Матричный метод применяется в основном, когда между ранжируемыми элементами есть сильная взаимосвязь, а нахождение элемента с наибольшим влиянием является критичным для решения поставленной задачи.

Порядок действий, по которым строится матрица приоритетов для всех трех вариантов в основном, одинаковый. Различия заключаются в определении значимости критериев.

Матрица приоритетов строится в следующем порядке:

1. Определяется основная цель, ради которой строится матрица приоритетов.

2. Формируется команда экспертов, которая будет работать над поставленной задачей. Эксперты должны понимать область решаемой проблемы и иметь представление о методах коллективной работы (например, о методе *мозгового штурма*, методе «дельфи» и т.п.)

²⁶ Матрица приоритетов. - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Prioritization_Matrix.htm

3. Составляется список возможных решений поставленной проблемы. Список может быть составлен за счет применения других инструментов качества, например *мозгового штурма*, *диаграммы Исикавы* и пр.

4. Определяется состав критериев. Изначально, он может быть достаточно большим. Матрица приоритетов будет включать в себя только часть этих критериев, т.к. в дальнейшем он сократится за счет выбора наиболее важных и существенных.

Для определения состава критериев можно использовать следующие подходы(рекомендуется использовать):

- провести анализ поставленной цели. Это можно сделать с помощью *древовидной диаграммы* или *диаграммы Исикавы*;
- определить существующие ограничения по достижению цели (например, финансовые ограничения или временные);
- определить выгоды от достижения поставленной цели;
- формулировать названия критериев таким образом, чтобы их можно было легко и объективно измерить.

5. Назначается весовой коэффициент для каждого критерия. Назначение весового коэффициента производится в зависимости от выбранного метода.

Для аналитического метода:

- устанавливается рейтинговая шкала для каждого критерия;
- для каждого числового значения шкалы дается определение значимости. Для того, чтобы различие в весовых коэффициентах были более заметны обычно применяют шкалу с числовыми значениями 1-3-9, где 1 – малая значимость, 3 – средняя значимость, 9 – большая значимость).

Для метода консенсуса:

- устанавливается некоторое количество баллов, которые эксперты должны распределить между критериями. Количество баллов должно быть не меньше числа критериев;
- каждый из экспертов распределяет назначенные баллы между критериями;
- определяется суммарное число баллов по каждому из критериев. Это значение и будет являться весовым коэффициентом каждого из критериев.

Для матричного метода:

- критерии располагаются в виде L - матрицы;
- устанавливается шкала для попарного сравнения критериев (например, «0» - критерий А менее значим чем критерий Б; «1» - критерий А и критерий Б равнозначны; «2» - критерий А более значим чем критерий Б);
- проводится попарное сравнение всех критериев.
- определяется весовой коэффициент каждого критерия (весовой коэффициент подсчитывается как сумма всех значений в строке матрицы).

6. Отбираются наиболее значимые критерии. Это можно сделать, отбросив критерии с наименьшими значениями весовых коэффициентов. Если же

количество критериев не велико, то для дальнейшей работы могут быть сохранены все критерии.

7. Устанавливается метод подсчета значимости каждого из решений матрицы приоритетов (определены на шаге 3) на основе выбранных критериев (определены на шаге 6).

Для этого можно воспользоваться следующими вариантами:

- берется ограниченный набор возможных числовых значений со взаимосвязанным текстом (аналогично аналитическому методу, указанному на шаге 5);
- используется система голосования, как для метода консенсуса (шаг 5), когда каждый эксперт имеет ограниченное число баллов, которые можно распределить между решениями;
- используются отрицательные числовые значения для отрицательных взаимосвязей;
- используется процентная шкала вместо прямого подсчета баллов по каждому из решений.

8. Проводится оценка каждого решения по отношению к каждому критерию.

9. Оценка перемножается на весовой коэффициент соответствующего критерия. Полученные значения суммируются по каждому из решений, что дает окончательную оценку приоритетности решений. Итоговая оценка, которую содержит матрица приоритетов, может быть оставлена как есть, или переведена в проценты.

10. Полученный список решений сортируется по порядку приоритетности. В случае необходимости приоритетность решений может быть представлена в виде *диаграммы Парето*.

ПРИМЕР

1. Определяем цель составления матрицы приоритетов: уменьшить количество дефектов в изделии.

2. Формируем команду экспертов: для примера состав команды экспертов будет состоять из 3 человек. Каждый из них знаком с методом выработки решений на основе *мозгового штурма*.

3. Составляем список возможных решений проблемы: список решений поставленной проблемы сформированный командой экспертов.

- изменить технологию изготовления;
- увеличить число точек контроля;
- провести обучение мастеров;
- изменить конструкцию изделия;

4. Определяем состав критериев: состав критериев для оценки приоритетности решений.

- требуется не более 100 чел\час на реализацию решения
- низкая стоимость реализации решения
- количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.
- снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза.

5. Назначаем весовой коэффициент для каждого критерия. Рассмотрим назначение критериев для каждого из 3-х методов - аналитического, метода консенсуса и матричного метода.

Для аналитического метода:

<i>Критерий</i>	<i>Весовой коэффициент</i>
требуется не более 100 чел\час на реализацию решения	3
низкая стоимость реализации решения	9
количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.	1
снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза	9

Для метода консенсуса:

Устанавливаем, что каждый эксперт может распределить между критериями 4 балла.

<i>Критерий</i>	<i>Эксперт 1</i>	<i>Эксперт 2</i>	<i>Эксперт 3</i>	<i>Весовой коэффициент</i>
требуется не более 100 чел\час на реализацию решения	1	0	0	1
низкая стоимость реализации решения	2	3	1	6
количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.	0	1	0	1
снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза	1	0	3	4

Для матричного метода:

<i>Критерии</i>	требуется не более 100 чел\час на реализацию решения	низкая стоимость реализации решения	количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.	снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза	<i>Итого</i>
требуется не более 100 чел\час на реализацию решения	X	0	1	0	1
низкая стоимость реализации решения	2	X	2	1	5
количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.	1	0	X	0	1
снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза	2	1	2	X	5

6. Определяем наиболее значимые критерии: т.к. количество выбранных для примера критериев составляет всего 4, то оставляем все критерии.

7. Выбираем метод подсчета значимости каждого из предложенных ранее (на шаге 3) решений. Для определения значимости воспользуемся шкалой "1"- "3"- "9", где 9 - наиболее значимое решение, 3 - значимое решение, 1 - малозначимое решение.

8. Проведем оценку значимости кадого решения по отношению к каждому критерию: для оценки значимости решений воспользуемся аналитическим методом.

Весовые коэффициенты критериев определены на шаге 5.

<i>Решения</i>	<i>Критерии</i>			
	требуется не более 100 чел\час на реализацию решения	низкая стоимость реализации решения	количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.	снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза
	весовой коэффициент =3	весовой коэффициент =9	весовой коэффициент =1	весовой коэффициент =9
изменить технологию изготовления	3	1	1	9
увеличить число точек контроля	9	3	9	3
провести обучение мастеров	9	9	1	1
изменить конструкцию изделия	3	3	9	3

9. Определяем приоритетность каждого решения: оценка каждого решения перемножается на весовой коэффициент каждого критерия и значения суммируются.

<i>Решения</i>	<i>Критерии</i>				<i>Итого</i>
	требуется не более 100 чел\час на реализацию решения	низкая стоимость реализации решения	количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.	снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза	
	весовой коэффициент =3	весовой коэффициент =9	весовой коэффициент =1	весовой коэффициент =9	
изменить технологию изготовления	9	9	1	81	100
увеличить число точек контроля	27	27	9	27	90
провести обучение мастеров	27	81	1	9	119
изменить конструкцию изделия	9	27	9	27	72

10. Распределяем решения по порядку приоритетности:

1. Провести обучение мастеров - 118
2. Изменить технологию изготовления - 100
3. Увеличить число точек контроля - 90
4. Изменить конструкцию изделия - 72

Матрица приоритетов, по сравнению с другими методами ранжирования, дает возможность более объективно оценить значимость данных и установить величину этой значимости.

Вместе с тем, очевиден и **недостаток** этого инструмента качества – он достаточно трудоемкий, особенно когда необходимо провести ранжирование большого количества данных по большому количеству критериев.

Блок-схема процесса принятия решения

Блок-схема процесса принятия решения - инструмент, помогающий запустить механизм непрерывного планирования, его использование способствует уменьшению риска практически в любом деле

В практике управления (в том числе и управления качеством) традиционно принято выделять следующие основные блоки процесса принятия решений²⁷:

- ✓ блок подготовки и принятия решения
- ✓ блок реализации решений

Но в настоящее время следует добавить к этим двум основным блокам - третий – блок обратной связи (рис. 17).

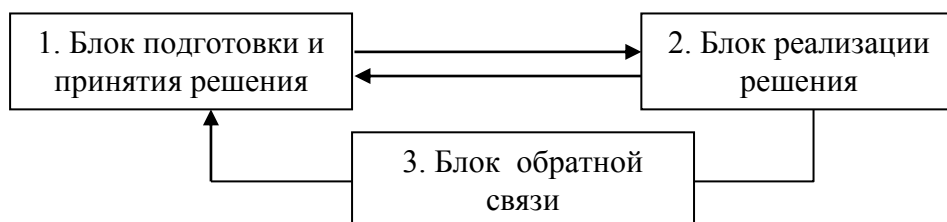


Рис. 17. Основные блоки процесса принятия решений

Перечислим основные действия, выполняемые менеджером как ЛПР в рамках каждого блока данной технологической цепочки процесса подготовки, принятия и реализации управленческих решений (ППРУР).

Блок подготовки и принятия УР включает следующие последовательные этапы:

- 1) выявление или предвидение управленческой проблемы или задачи;
- 2) предварительную формулировку цели УР (задачи);
- 3) определение источников сбора необходимой информации;
- 4) анализ и сбор информации о задаче, подлежащей решению;
- 5) выбор критериев оценки эффективности решения;

²⁷ Кузнецова Н.В. Методы принятия управленческих решений: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 222с.
Кузнецова Н.В. Принятие управленческих решений. Электронное издание. – Магнитогорск, 2018.

- 6) определение и анализ исходных характеристик проблемы с учетом накладываемых ограничений и критериев;
- 7) обоснование и построение модели проблемной ситуации;
- 8) разработка и анализ возможных альтернативных вариантов решения проблемы;
- 9) обоснование возможного варианта решения и выбор дополнительных критериев, сбор дополнительной информации;
- 10) окончательный выбор варианта УР и его экономическое обоснование;
- 11) декомпозицию принятого УР до уровня конкретных исполнителей с увязкой необходимых ресурсов и сроков реализации.

Блок реализации решений включает:

- 1) организацию и выполнение работ как единого комплекса с выделением индивидуальных исполнителей;
- 2) реализацию решения;
- 3) подведение итогов деятельности, анализ полученных результатов и стимулирование исполнителей.

Соотношение затрат ресурсов на принятие и реализацию решений обычно оценивается как 1 : 9.

Блок обратной связи включает следующие этапы:

- 1) контроль реализации УР,
- 2) экспертиза и анализ результатов,
- 3) подведение итогов деятельности, выводы и предложения,
- 4) корректирующие воздействия, которые могут заключаться и в корректировке цели и задач.

Процесс ППРУР всегда является итеративным, то есть предполагает на каждом шаге, на каждой операции выработку корректирующих воздействий, которые с помощью многочисленных контуров обратной связи используются для повышения эффективности и качества УР. Анализ показывает, что этапы могут быть существенно детализированы, их количество и содержание зависят от целей анализа, задач построения механизма ППРУР. Вместе с тем при любой выбранной модели принятия и реализации решений необходимо четко выделить каждый этап, подобрать исполнителей для него, дать оценку эффективности реализации каждого этапа.

На рис. 18,19 представлены различные подходы к выделению основных этапов процесса ППРУР.

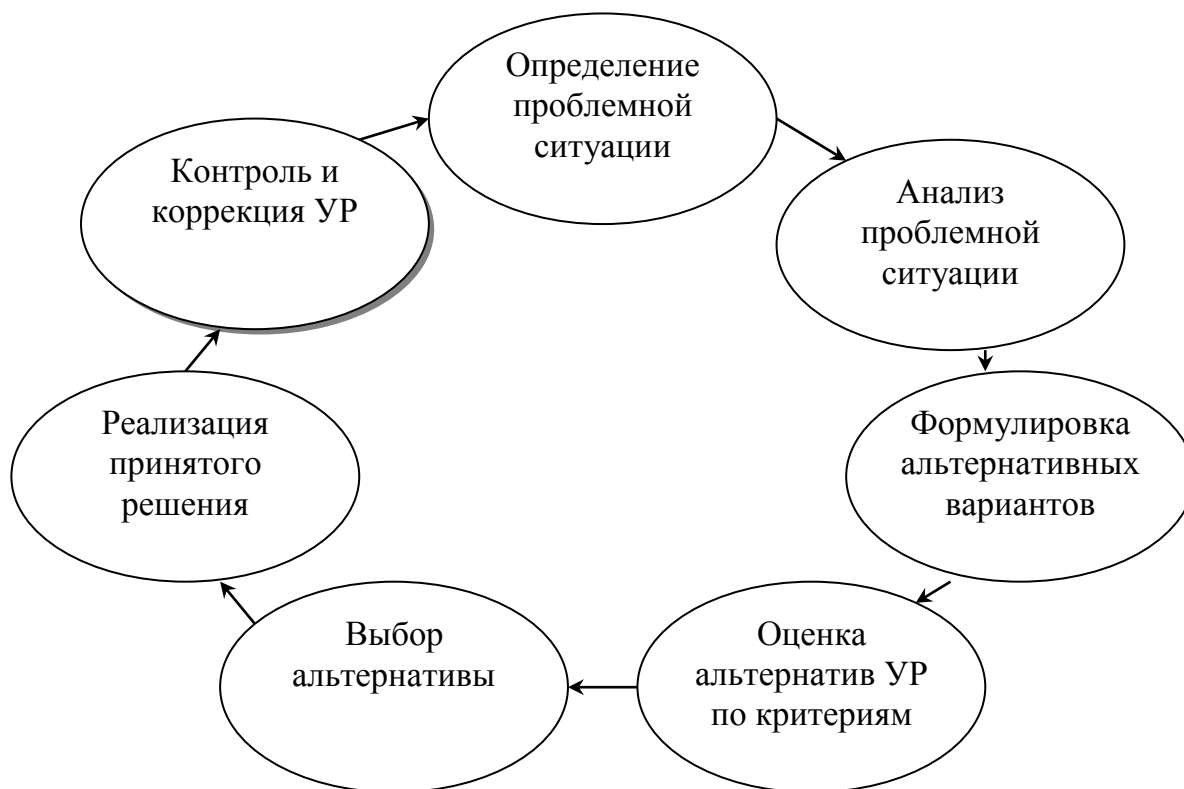


Рис. 18. Управленческое кольцо ППРУР

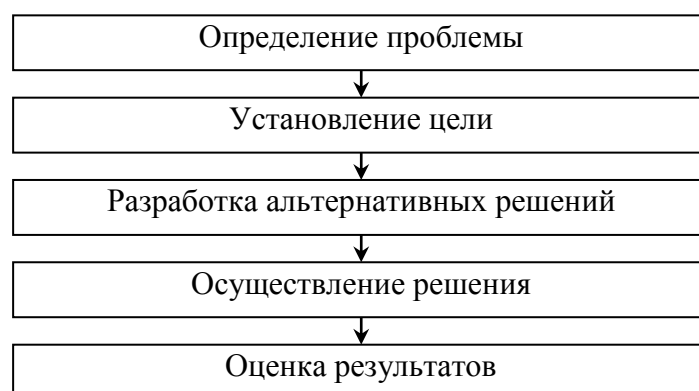


Рис. 19. Основные шаги процесса ППРУР

Стрелочная диаграмма

Стрелочная диаграмма - инструмент, позволяющий планировать оптимальные сроки выполнения всех необходимых работ для реализации поставленной цели и эффективно их контролировать.

Применение этого инструмента возможно лишь после того, как выявлены проблемы, требующие своего решения, и определены необходимые меры, сроки и этапы их осуществления, т.е. после составления первых четырех диаграмм.

Стрелочная диаграмма представляет собой диаграмму хода проведения работ, из которой должны быть наглядно видны порядок и сроки проведения

различных этапов изо дня в день. Этот инструмент используется для обеспечения уверенности, что планируемое время выполнения всей работы и отдельных ее этапов по достижению конечной цели является оптимальным (рис.20).

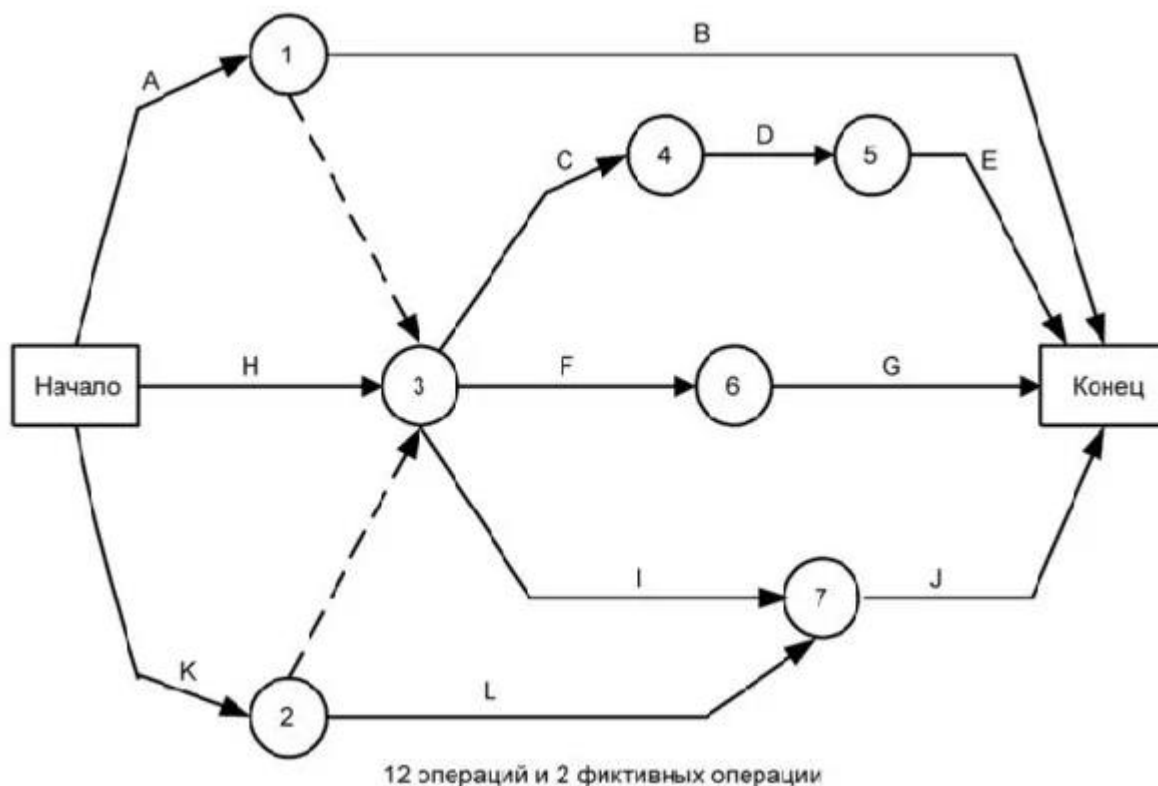


Рис.20. Стрелочная диаграмма

Этот инструмент широко применяется не только при планировании, но и для последующего контроля за ходом выполнения запланированных работ. Особенно широко этот инструмент применяется при разработке различных проектов и планировании производства. Традиционным методом такого планирования является метод, использующий стрелочную диаграмму либо в виде так называемой диаграммы Ганта (Gantt), либо в виде сетевого графа. Диаграмма Ганта необходима только потому, что информация не включена в сетевой граф.

Тема 4. Экспертные методы управления качеством

Однако среди всех методов, применяемых в практике управления качеством при решении многих управленческих задач, наиболее часто используются **экспертные методы**.

Сущность экспертных методов заключается в выработке коллективного мнения группы специалистов в данной области (рис. 21). Экспертный метод основан на использовании обобщенного опыта и интуиции специалистов – экспертов. Этот метод используется для определения показателей весомости

каждого параметра качества, используемых для последующей оценки его уровня и экономического эффекта.

С целью повышения достоверности, точности, надежности и воспроизводимости экспертных оценок экспертизу осуществляют путем принятия группового решения компетентными людьми. Создается экспертная комиссия, состоящая из экспертной и рабочей групп. В экспертную группу включаются высококвалифицированные работники в области создания и функционирования оцениваемой продукции: исследователи, конструкторы, технологии, дизайнеры, товароведы, экономисты и т.д. Число экспертов, входящих в группу зависит от требуемой точности средних оценок и должно составлять от 7 до 20 человек. При заочном опросе верхний предел количества опрашиваемых экспертов не ограничивается.



Рис. 21. Сущность экспертных методов²⁸

Работу экспертов можно представить в виде следующей последовательности действий (рис. 22).

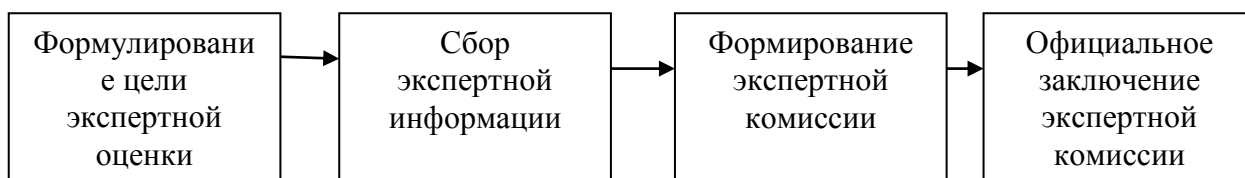


Рис. 22. Схема реализации экспертных методов²⁹

²⁸ Кузнецова Н.В. Разработка управленческих решений: Учебное пособие. – Магнитогорск, 2012. – 236с.

Кузнецова Н.В. Методы принятия управленческих решений: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 222с.

²⁹ Смирнов, Э.А. Управленческие решения: Учебник для вузов. / Э.А.Смирнов. – М.: РИОР, 2010. – 362 с.

Применение экспертного метода предполагает соблюдение следующих условий:

- экспертная оценка проводится только в случае, когда нельзя использовать для решения вопроса более объективные методы;
- в работе экспертной комиссии не должно быть факторов, влияющих на искренность суждений экспертов, мнения экспертов должны быть независимыми, вопросы, поставленные перед экспертами, не должны допускать различного толкования;
- эксперты должны быть компетентными в решаемых вопросах;
- количество экспертов должно быть оптимальным;
- ответы экспертов должны быть однозначными и обеспечивать возможность их математической обработки.

При экспертном методе оценку уровня качества или показателя того или иного свойства продукции определяют в безразмерных единицах. В случае если результат оценки (экспертного измерения) качества эксперты представляют в виде ранжированного ряда, то численное определение оценок экспертов состоит в следующем:

1. Все объекты оценки (изделия, свойства) нумеруются произвольно.
2. Эксперты ранжируют объекты по шкале порядка.
3. Ранжированные ряды объектов, составленные экспертами сопоставляются.
4. Определяются суммы рангов каждого из объектов экспертной оценки.
5. На основании полученных сумм рангов строят обобщенный ранжированный ряд.
6. Обобщенные экспертные оценки качества рассматриваемых объектов экспертизы, то есть коэффициенты их весомости, рассчитываются по формуле :

$$\alpha_i = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{ij}}{\sum_{i=1, j=1}^{n, m} Q_{ij}},$$

где n – количество экспертов,

m – число оцениваемых показателей,

Q_{ij} – коэффициент весомости j -го показателя в рангах (баллах), который дал i – эксперт.

Анализируя полученные экспертным методом оценки качества, можно не только указать, какой объект лучше или хуже других, но и на сколько.

Если же ранжирование объектов по их качеству осуществлять *табличной* форме, то сопоставления и расчеты численных значений экспертных оценок производятся по следующей методике.

1. Составляется таблица, по которой каждый эксперт осуществляет сопоставление и оценку рассматриваемых объектов. При этом каждый i -и объект сопоставляется с другими j -ми объектами сравнения.
2. Если при попарном сопоставлении i -го объект признается качественнее j -го, то это обозначается цифрой 1, противоположная оценка обозначается -1, а равнокачественные объекты отмечаются в таблице цифрой 0.

Данные о предпочтениях всех экспертов группы суммируются и рассчитываются обобщенные предпочтения одних объектов над другими, то есть экспертный показатель качества объекта в виде его частоты предпочтений.

Частота предпочтения (F_{ij}) находится как частное от деления всех предпочтений данного объекта на возможное число предпочтений:

$$F_{ij} = \frac{N}{n}$$

где, N — число предпочтений экспертов; n — число экспертов.

Весомость показателя в данном случае имеет вид:

$$\alpha_{ij} = \frac{F_{ij}}{C} \times n$$

где, F_{ij} — частота предпочтения i -ым экспертом j -го объекта экспертизы;

C — общее количество учитываемых оценок, связанное с числом объектов экспертизы m следующей зависимостью:

$$C = \frac{m(m-1)}{2}$$

Повысить точность экспертных оценок (измерений) показателей качества можно, если произвести двукратное сопоставление и оценку объектов, то есть сначала это сделать в одной последовательности, а потом в противоположной. При этом, естественно, количество учитываемых оценок экспертов удваивается и $C = m(m-1)$. В остальном методика расчетов показателей качества не изменяется.

При экспертизе качества продукции наиболее часто используют балльные оценки, которые даются непосредственно экспертами или получаются в результате формализации процесса оценки. Эта формализация бывает эвристической или экспериментальной. Непосредственное назначение балльных оценок производится экспертами независимо друг от друга или в процессе обсуждения. Количество баллов в принимаемой оценочной шкале может быть разным. Для оценки показателей качества обычно используют пяти-, семи- или десятибалльную шкалы (табл. 8).

Таблица 8

Примеры шкал оценивания

Пример пятибалльной шкалы		Пример семибалльной шкалы	
Оценка	Число баллов	Оценка	Число баллов
Отличное качество	5	Качество очень высокое	7
Хорошее качество	4	Качество высокое	6
Вполне удовлетворительное качество	3	Качество выше среднего	5
Удовлетворительное качество	2	Качество среднее	4
Плохое качество	1	Качество ниже среднего	3
		Качество низкое	2
		Качество очень низкое	1

Кроме рассмотренных выше методов экспертных оценок можно еще выделить следующие основные направления экспертных методов:

- метод простой ранжировки,
- метод задания весовых коэффициентов,
- метод последовательных сравнений,
- метод парных сравнений.

Метод простой ранжировки основан на том, что каждый эксперт располагает набором признаков, например, время реализации, финансовые затраты, повышение объема сбыта, величина дополнительной прибыли, качество продукции.

Метод задания весовых коэффициентов заключается в том, что каждому решению ставится в соответствие весовой коэффициент (коэффициент значимости).

Метод последовательных сравнений (сортировки)

В состав метода входят следующие операции:

1. Составляется перечень признаков решений.
2. Перечень записывается в таблицу в порядке убывания значимости.
3. По каждому признаку в таблицу записывается оценка реализации каждого признака по всем решениям — максимальная оценка 5.
4. По каждому столбцу находится сумма произведений оценки на соответствующий коэффициент значимости признака.
5. Производят сортировку полученных значений по максимальному значению суммы и определяют предпочтительный вариант решения.

Метод парных сравнений (парная сортировка) реализуется путем парных сравнений признаков каждого УР и дальнейшей статистической обработкой УР. Для осуществления парных сравнений УР записываются подряд в любом порядке. Затем эксперты сравнивают два первых УР, лучшее из них сравнивается с третьим УР и т.д. В результате парных сравнений выбирается одно лучшее УР.

К способам проведения экспертизы относятся: непосредственное измерение, ранжирование, сопоставление.

При **непосредственных измерениях** экспертным методом значение физических величин или показателей качества определяются сразу в установленных единицах (единицах СИ, баллах, нормо-часах, и т. д.). Такие измерения проводятся по шкале отношений, шкале интервалов или шкале порядка. Непосредственно можно измерить весовые коэффициенты, измерение проводится по шкале интервалов.

Значение этих коэффициентов рассчитывается по формуле:

$$g_j = \frac{\sum_{i=1}^n G_{i,j}}{\sum_{i=1, j=1}^{n,m} G_{i,j}} \quad \sum_{i=1}^m g_i = 1$$

где, n – количество экспертов,

m – число взвешиваемых показателей,

G_{ij} – коэффициент весомости, ранг;
 j – го показателя в баллах, данный i – м экспертом.

Непосредственное измерение экспертным методом является сложным и предъявляет к экспертам высокие требования.

По парное сопоставление – способ проведения экспертизы, когда измеряемые величины сравниваются между собой попарно и для каждой пары результаты сравнения выражаются в форме «больше - меньше» или «лучше - хуже». Затем измеряемые величины ранжируются (размещаются по рангам).

Оценки, даваемые экспертом тому или иному объекту, представляют собой по существу процедуру сравнения по выбранным признакам. Наиболее часто используются такие методы сравнения, как: ранжирование, непосредственная оценка, парное сравнение (метод парных сравнений), последовательное сравнение (метод последовательных предпочтений).

Ранжирование состоит в расстановки объектов измерения или показателей в порядке их предпочтения по важности или весомости. Место, занятое при такой расстановке, называется рангом. Чем выше ранг, тем предпочтительней объект.

Ранжирование – процедура упорядочивания объектов по одному или комплексу показателей позволяющая выбрать из исследуемой совокупности наиболее существенный объект. Основное достоинство метода - простота.

Например, эксперт осуществляет ранжирование шести объектов ($n=6$) следующим образом:

Порядковый номер объекта i	1	2	3	4	5	6
Присвоенный ранг τ_i	1	2	3	3	2	3

Таким образом, всего мест – 6, объекты 2 и 5 поделили 2-е и 3-е места, т.е. их ранг $\tau = (2+3)/2 = 2,5$, а объекты 3, 4 и 6-е места, следовательно, их ранг $\tau = (4+5+6)/3 = 5$. Окончательное ранжирование имеет вид:

Порядковый номер объекта	1	2	3	4	5	6
Окончательный ранг	1	2,5	5	5	2,5	5

В любом случае сумма рангов R_n , полученная в результате ранжирования объектов, обязательно будет равна сумме чисел натурального ряда:

$$R_n = \sum_{i=1}^n \tau_i = \frac{n(n+1)}{2}$$

Когда ранжирование проводят несколько экспертов (m), то для каждого объекта рассчитывают сумму рангов R_i , полученную от всех экспертов :

$$R_i = \sum_{j=1}^m \tau_{ij}$$

где i – объект, j – эксперт.

Это величина и будет результирующим рангом для каждого объекта.

Точность и надежность процедуры ранжирования зависят от количества объектов – чем меньше, тем более они различимы. Лучше, если $n < 10$.

При подборе экспертов большое значение имеет **согласованность их мнений**. С этой целью на этапе формирования экспертной группы проводятся контрольные измерения с математической обработкой их результатов. При этом часто используется не один, а несколько объектов измерения, которые в зависимости от их ценности или качества расставляют **по шкале порядка** (определяют ранг) **ранжируют**.

Оценка согласованности мнений экспертов осуществляется с использованием коэффициента конкордации (дисперсного и энтропийного)³⁰.

Дисперсный коэффициент конкордации W характеризует достоверность итоговой оценки (согласованность мнений экспертов и сходимость результатов); он рассчитывается по формуле :

$$W = \frac{12 \times S}{n^2 \times (m^3 - m)}$$

где, S - сумма квадратов отклонений оценок от математического ожидания (среднего значения) суммарного ранга одного объекта:

$$S = \sum_{i=1}^m \left(\sum_{j=1}^n r_{ij} - r \right)^2$$

где, r - математическое ожидание суммарного ранга одного объекта :

$$r = \frac{1}{m} \times \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n r_{ij}$$

Где, m - число объектов ранжирования ;

n - число экспертов ;

i - индекс объекта;

j - индекс эксперта;

r_{ij} - ранг, присвоенный i -му объекту j -м экспертом ;

Величина $W = 1$ характеризует полное совпадение мнений; $W = 0$ - свидетельствует, что все ранжировки разные. Если $W > 0,7$, то мнение экспертов считаются согласованными.

Тема 5. Мозговой штурм – как инструмент качества

Метод мозгового штурма известен также под названием «мозговой атаки» или «брейнсторминг».

Основная направленность метода – выявление новых идей и решений. Для этой цели организаторы создают атмосферу, наиболее благоприятствующую генерированию идей (благожелательности, поддержке),

³⁰ Кузнецова Н.В. Управленческие решения. Практикум : учебное пособие. – Магнитогорск, 2011. – 160 с.

освобождающую ЛПР от излишней скованности. На рис. 23-25 представлены область применения и характеристика метода мозговой атаки.



Рис. 23. Метод «мозгового штурма»³¹

³¹ Кузнецова Н.В. Методы принятия управленческих решений: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 222с.
Кузнецова Н.В. Модели и методы принятия управленческих решений : Электронное издание . - Магнитогорск, 2018.

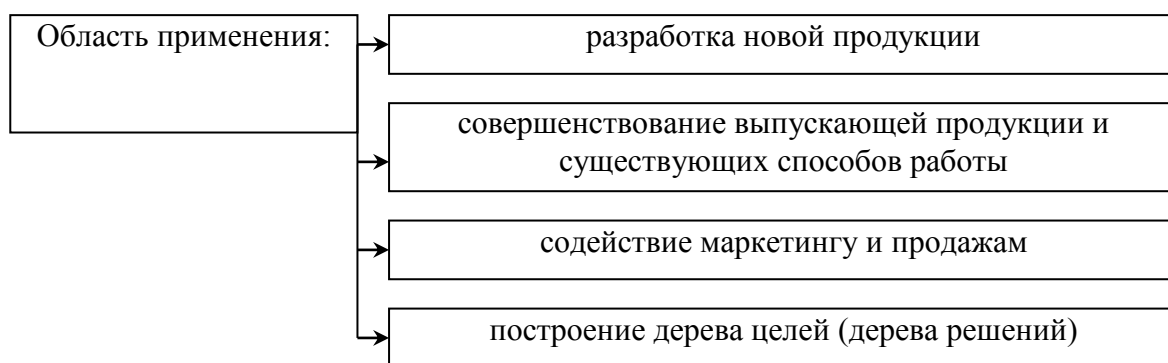


Рис. 24. Область применения метода «мозгового штурма»



Рис. 25. Этапы проведения мозгового штурма

Методы типа мозговой атаки (мозгового штурма). Концепция «мозговой атаки» получила широкое распространение с начала 50-х годов как метод систематической тренировки творческого мышления, нацеленный на открытие новых идей и достижение согласия группы людей на основе интуитивного мышления. Методы этого типа известны также под названиями «мозговой штурм», «конференция идей», а в последнее время наибольшее распространение получил термин «коллективная генерация идей» (КГИ).

Обычно при проведении мозговой атаки или сессий КГИ стараются выполнять определенные правила, суть которых:

- ✓ обеспечить как можно большую свободу мышления участников КГИ и высказывания ими новых идей;
- ✓ приветствуются любые идеи, если вначале они кажутся сомнительными или абсурдными (обсуждение и оценка идей производится позднее);
- ✓ не допускается критика, не объявляется ложной и не прекращается обсуждение ни одной идеи;

- ✓ желательно высказывать как можно больше идей, особенно нетривиальных.

Подобием сессий КГИ можно считать разного рода совещания — конструктораты, заседания научных советов по проблемам, заседания специально создаваемых временных комиссий и другие собрания компетентных специалистов.

Правила проведения мозгового штурма

- ✓ Количество идей предпочтительнее качества.
- ✓ Критика идей на этапе генерации запрещена.
- ✓ В группе генерации идей не должно быть начальства.
- ✓ Нет плохих идей! Приветствуются любые идеи.
- ✓ Любая идея должна быть развита, даже если ее уместность кажется в данный момент сомнительной.
- ✓ Поощрение шуток, каламбуров, фантастических идей.
- ✓ Оказание поддержки и поощрение для освобождения участников заседания от скованности.
- ✓ Идеи излагайте кратко.
- ✓ Все выдвинутые идеи фиксируются и затем редактируются.
- ✓ При оценке идей заведомо ошибочные и нереальные отбрасываются.

Основные правила мозгового штурма:

1. В группу "генераторов" идей должны входить люди различных специальностей
2. "Генерирование" идей ведут, свободно высказывая любые идеи, в том числе явно ошибочные, шуточные, фантастические. Регламент-минута. Идеи высказываются без доказательств. Все идеи записываются в протокол или фиксируются магнитофоном.
3. При "генерировании" идей запрещена всякая критика (не только словесная, но и молчаливая-в виде скептических улыбок и т. п.).
4. В ходе штурма между его участниками должны быть установлены свободные и доброжелательные отношения. Желательно, чтобы идея, выдвинутая одним участником штурма, подхватывалась и развивалась другими.
5. При экспертизе следует внимательно продумывать все идеи, даже те, которые кажутся явно ошибочными или несерьезными.

Обычно группа "генерации" идей состоит из шести - десяти человек. Продолжительность штурма невелика: 20-40 минут.

Рассмотрим основные разновидности метода мозговой атаки.

Прямая «мозговая атака» форма работы коллективного генерирования идей по решению творческой задачи. Ее цель — отбор идей.

Правила для участников:

- участники садятся за стол лицом друг к другу;
- запрещаются споры, критика, оценки того, что говорится;
- время выступления для участника — 1-2 мин;
- высказываются любые идеи, вплоть до бредовых;
- количество идей важнее их качества.

Рекомендации:

- идеи следует встречать с одобрением;
- необходимо верить в разрешимость проблемы;
- разрешается задавать вопросы, развивающие идею;
- следует стремиться к решению выдвинутой проблемы;
- все участники равноправны;
- не нужно думать о последствиях сказанного;
- группе не ставится конкретная задача, а характеризуется проблема в общем;
- нежелательны переглядывания, перешептывания, жесты, отвлекающие внимание от решения проблемы.

Руководитель (модератор) должен:

- направлять ход дискуссии, задавать стимулирующие вопросы;
- подсказывать, использовать шутки, реплики, создающие неформальную обстановку.

Ограничения и условия прямой мозговой атаки:

- количество участников — 4-15;
- желателен различный уровень их образования и специализации;
- необходимо соблюдать баланс в уровне активности, темперамента;
- время работы — от 15 мин. до 1 ч.

Идеи отбирают специалисты — эксперты, осуществляющие оценки в два этапа: вначале отбирают наиболее оригинальные и рациональные идеи, а затем оптимальные, с учетом задачи и цели ее решения.

Обратная «мозговая атака». Технология этой формы коллективного взаимодействия предполагает не генерацию новых идей, а критику уже имеющихся.

Правила для участников:

- критикуется, обсуждается и оценивается каждая идея по критериям: соответствия начальным требованиям, возможности ее реализации или отсутствия таковой; реализации по затратам, применимости в другой сфере;
- критика излагается лаконично, позитивно. Идеи, требующие продолжительного времени для обсуждения, рассматриваются позже;
- выступать каждому можно много раз, но лучше по кругу;
- продолжительность выступления — 15—20 мин;
- желательно проводить мероприятие в первой половине дня, в спокойной обстановке.

Обратная «мозговая атака» может быть проведена сразу после прямой, когда после коллективного генерирования идей формируются контридеи.

При этом производятся:

- систематизация и классификация идей, а также их группирование по признакам, выражающим общие подходы к решению проблемы;
- оценка идей на реализуемость и поиск препятствий к этому;

– оценка критических замечаний, отбор идеи и контридеи, выдержавших критику.

Целесообразно всех участников разделить на группы:

- генераторов идей (когда проводится прямая «мозговая атака»);
- анализа проблемной ситуации и оценки идей;
- генераторов контридей.

Этот метод базируется на принципах:

- взаимодействия в процессе поиска решения;
- доверия к творческим возможностям и способностям друг друга;
- оптимального сочетания интуитивного и логического (запрет критики, критического анализа идей приводит к торможению левополушарных процессов мозга и стимулированию правополушарных).

Преимущества метода:

- возможность использования всех имеющихся в аппарате управления специалистов;
- совершенствование социально-психологических внутригрупповых процессов.

Недостатки метода:

- позволяет найти идею в общем виде, не гарантируя тщательной ее разработки;
- неприменим при решении проблемы, требующей громоздких расчетов;
- требует хорошей подготовленности руководителя, владеющего навыками организации мыслетехнических, психотехнических процессов в группе;
- не всегда удастся преодолеть инерцию мышления (следствие закона инерции).

 Вопросы для закрепления:

1. Перечислите и охарактеризуйте основные инструменты управления качеством.
2. Какой вклад в развитие управления качеством внес Японский союз инженеров под руководством Каору Исикава?
3. Что представляют собой статистические методы контроля качества продукции?
4. Охарактеризуйте область применения статистических методов контроля качества.
5. В чем заключается отличие семи новых инструментов управления качеством?
6. Какова роль экспертных методов в управлении качеством продукции?

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ³²

Практическая работа 1. Инструментарий качества (статистические методы управления качеством продукции)

Краткие теоретические сведения

В комплексной системе управления качеством продукции статистические методы контроля относятся к наиболее прогрессивным методам. Они основаны на применении методов математической статистики к систематическому контролю за качеством изделий и состоянием технологического процесса с целью поддержания его устойчивости и обеспечения заданного уровня качества выпускаемой продукции.

Семь основных инструментов качества - набор инструментов, позволяющих облегчить задачу контроля протекающих процессов и предоставить различного рода факты для анализа, корректировки и улучшения качества процессов.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Задача 1. Разработайте форму контрольного листка по сбору информации и данных о качестве хлебобулочных и кондитерских изделий пекарни «Хлебушко» для анализа видов дефектов.

Задача 2. Постройте гистограмму по результатам 36 наблюдений контроля показателя качества - содержания сухих веществ в томатном соке. Результаты наблюдений представлены в таблице.

5,5	5	4,5	4,5	4,5	5	5,5	5	4,5	5	4,5	4,5
4,5	5	4,5	4,5	5,5	5	4,5	6	4,5	4	5,5	4,5
5	5	5	4	5	3	5	5	6	5	4	3

Задача 3. Производитель электронного оборудования получал жалобы на недостаточный уровень сигнала при соединениях на длинные расстояния. При этом вдоль всего пути в различных точках для увеличения уровня сигнала использовались сотни усилителей, произведенных компанией. Главное подозрение было связано с коэффициентом усиления усилителей, который характеризуется следующими параметрами: - номинальное значение - 10дБ, - минимальное допустимое значение - 7,75 дБ, - максимально допустимое значение - 12,25 дБ.

Команда по совершенствованию качества собрала данные по коэффициенту усиления 120 усилителей и представила их в табл. 9. Проведите

³² Кузнецова Н. В. Управление качеством: Практикум : учеб. пособие для вузов / Н. В. Кузнецова ; МаГУ. - Магнитогорск : Изд-во МаГУ, 2008. - 171 с.
Кузнецова Н. В. Управление качеством: Практикум: учеб. пособие для вузов / Н. В. Кузнецова ; МаГУ. - Магнитогорск : Изд-во МаГУ, 2016. - 171 с.

анализ этих данных и сделайте выводы о причинах жалоб на низкий уровень сигнала (при построении гистограммы разбейте поле допустимых значений на 9 интервалов по 0.5 дБ).

Таблица 9

Коэффициент усиления проверенных усилителей, дБ

8.1	10.4	8.8	9.7	7.8	9.9	11.7	8.0	9.3	9.0
8.2	8.9	10.1	9.4	9.2	7.9	9.5	10.9	7.8	8.3
9.1	8.4	9.6	11.1	7.9	8.5	8.7	7.8	10.5	8.5
11.5	8.0	7.9	8.3	8.7	10.0	9.4	9.0	9.2	10.7
9.3	9.7	8.7	8.2	8.9	8.6	9.5	9.4	8.8	8.3
8.4	9.1	10.1	7.8	8.1	8.8	8.0	9.2	8.4	7.8
7.9	8.5	9.2	8.7	10.2	7.9	9.8	8.3	9.0	9.6
9.9	10.6	8.6	9.4	8.8	8.2	10.5	9.7	9.1	8.0
8.7	9.8	8.5	8.9	9.1	8.4	8.1	9.5	8.7	9.3
8.1	10.1	9.6	8.3	8.0	9.8	9.0	8.9	8.1	8.7
8.5	8.2	9.0	10.2	9.5	8.3	8.9	9.1	10.3	8.4
8.6	9.2	8.5	9.6	9.0	10.7	8.6	10.0	8.8	8.6

Задача 4. Построить причинно-следственную диаграмму (Исикавы), сгруппировав по факторам причины брака выпускаемой продукции: 1) труд (человек); 2) методы и технологии; 3) условия труда (среда); 4) контроль, управление; 5) сырье и материалы; 6) оборудование (средства, механизмы).

Причины брака: условия хранения (температура, влажность), шум, поведение на работе, наличие инструмента, качество деталей, поступивших с других операций, возраст станка, состояние воздушной среды, чистота обработки, квалификация, изношенность станка, прочность материала, микроклимат в бригаде; рабочее место (освещенность, сквозняк), возможность обеспечения заданной точности, способности, тип станка.

Задача 5. Постройте диаграмму Исикавы для анализа причин, влияющих на качество:

- обучения в высшем учебном заведении;
- пассажирских автобусных перевозок в вашем городе (регионе);
- пассажирских авиаперевозок.
- обслуживания клиентов в парикмахерской (салоне красоты);
- работы мебельного магазина (салона бытовой техники);
- работы автосервиса.

Задача 6. Постройте диаграмму Парето для определения преобладающих видов кондитерских изделий, имеющих дефекты, на основе данных контрольного листка по видам изделий, имеющих дефекты: карамель – 164, ирис – 35, глазированные конфеты – 56, мармелад – 21, печенье – 16, прочие – 8.

Задача 7. По материалам контрольного листка были получены следующие данные вкладов по количеству дефектов различных технологических операций

при изготовлении СБИС (сверхбольших интегральных схем): фотолитография – 36 дефектов, осаждение диэлектрика - 14, диффузия – 10, металлизация - 6, напайка кристалла – 52, герметизация – 44, разварка выводов – 38. Проанализируйте эти данные с помощью диаграммы Парето.

Задача 8. Постройте диаграмму Парето для определения преобладающих видов дефектов готовой продукции конфет, на основе представленных в таблице данных по видам дефектов.

Исходные данные к задаче

№ п/п	Вид дефектов	Число дефектов
1	Деформация	94
2	Отсутствие глазури	46
3	Тусклая поверхность	21
4	Липкость поверхности	15
5	Пятна	14
6	Прочие	10
	Итого	200

Задача 9. По материалам контрольного листка были получены следующие данные по количеству различных видов дефектов, допускаемых при механической обработке деталей: царапины – 42, пятна – 6, разрыв – 4, деформация - 104, раковины - 20, трещины -10, прочие - 14. Проанализируйте эти данные с помощью диаграммы Парето.

Задача 10. Компания «СНТЛ», производящая усилители, провела измерения коэффициента усиления (в децибелах) в готовых изделиях. Было проверено 25 групп изделий, по 4 образца в каждой. Постройте X-R контрольную карту и проанализируйте ее.

Исходные данные к задаче

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X	12.1	12.3	11.7	11.2	10.8	10.7	10.2	11.5	11.2
R	0.9	0.8	0.6	0.9	0.8	0.9	0.6	0.8	1.0
№	10	11	12	13	14	15	16	17	18
X	10.1	12.6	13.1	12.9	12.3	13.3	11.9	11.3	10.5
R	0.7	0.8	1.2	0.7	0.6	0.8	0.6	0.8	1.0
№	19	20	21	22	23	24	25		
X	10.7	11.7	13.2	12.5	11.5	10.6	10.0		
R	0.7	1.1	0.9	1.3	0.7	0.9	0.9		

Задача 11. Построить контрольную карту по результатам контроля качества параметра продукции – содержания влаги в муке, отражающего

качество обработки – пригодности для хранения и переработки, используя данные таблицы, при условии, что влаги в муке должно быть от 12 до 14% при среднем значении 13%.

Исходные данные к задаче

№ п/п	Источник	Время проведения контроля, день месяца											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Цех № 1	12	13	13	12	13	12	13	12	12	11	15	13
2	Цех № 2	14	13	12	12	14	11	14	13	13	12	14	12

Задача 12. Определите проблемы ресторана гостиницы, используя методы ABC – анализа, диаграмм Парето и причинно-следственной диаграммы Исикавы, и разработайте мероприятия по их преодолению. В расчетах исходите из соответствия количества человек 100 %.

Значимость факторов, влияющих на качество гостиничных услуг

№	Наименование фактора	Значимость фактора, человек
1	Разнообразие меню	128
2	Приемлемость цен	163
3	Впечатление о посещении	225
4	Вежливость и доброжелательность персонала	109
5	Удовлетворение желаний клиента	17
6	Вкусные и питательные блюда	112
7	Состояние столов и их сервировка	43
8	Правдивость рекламы	5
9	Имидж предприятия	198
	Итого	

Задача 13. Проведите анализ данных по типам дефектов с помощью построения общей диаграммы Парето (столбчатой диаграммы и кумулятивной кривой) по всем данным. Проведите стратификацию по рабочим, станкам, дням недели и постройте столбчатые диаграммы Парето для каждого случая.

Исходные данные к задаче

	Станок	Дефекты	Дни недели				
			1	2	3	4	5
Иванов И.И.	1	Деформация	4	5	5	4	5
		Царапины	2	2	1	5	2
		Раковины	3	2	1	4	1
		Трещины	1	0	2	3	1
		Прочие	1	0	0	1	0
	2	Деформация	3	4	5	2	3
		Царапины	2	2	3	2	1
		Раковины	2	4	1	5	2
		Трещины	1	3	2	1	1
		Прочие	1	0	0	1	1
Сидоров И.И.	1	Деформация	3	2	4	2	2
		Царапины	3	4	3	3	3
		Раковины	1	1	1	1	2
		Трещины	2	1	0	0	1
		Прочие	0	1	0	0	0
	2	Деформация	2	3	3	2	3
		Царапины	3	4	2	3	2
		Раковины	3	1	1	2	2
		Трещины	1	0	0	0	1
		Прочие	1	0	0	1	0

Задача 14. Произвести раскладывание данных по способу 4М и построить соответствующие диаграммы Парето для каждой группы факторов, если имеется следующий набор данных (табл. 83) по причинам брака (в %):

Исходные данные к работе

Показатели	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Химическое травление	10	15	20	5	10	15	20	25	27	5
Химические аппараты	5	30	25	20	15	10	5	20	15	10
Металлообработка	30	25	20	35	25	28	18	15	25	30
Стаж работы	30	18	15	25	30	25	35	25	25	30
Комплектующие изделия	10	5	20	15	10	5	30	25	20	15
Электронное оборудование	30	25	15	18	30	25	35	25	25	30
Пол работников	8	7	10	5	10	8	7	7	8	8
Покраска	25	27	30	20	35	25	25	30	30	35
Полуфабрикаты	25	35	25	25	30	30	25	15	18	30
Возрастной фактор	25	25	30	30	35	35	25	30	30	25
Тепловые аппараты	35	30	30	25	25	35	25	30	30	25
Основные материалы	35	25	30	30	25	35	30	30	25	25
Сборочные операции	23	22	18	28	20	22	27	17	10	20
Вспомогательные материалы	22	28	18	22	27	20	10	20	30	22
Категорийность персонала	22	30	20	10	20	22	28	18	22	27

Показатели	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Прочие социальные факторы	15	20	25	30	5	10	5	20	15	10
Транспортировка	4	3	5	5	2	2	3	3	3	2
Прочие технолог. факторы	8	8	7	7	8	8	7	10	5	8
Мерительная техника	20	10	20	30	22	22	28	18	22	27
Прочее оборудование	10	5	10	7	8	8	7	7	8	8
Прочие материалы	8	7	7	8	8	10	5	10	7	8

Задача 15. По данным контроля (табл.84) построить контрольную (X-R) карту.

Исходные данные для построения и анализа: наименование изделия – пластина; показатель качества – толщина; единица измерения - см; объем выборки – 5 шт.; периодичность выборки – ½ смены; оператор - контролер – Сидоров В.П.

Данные контроля, необходимые для построения контрольной карты

Дата	1.03	1.03	2.03	2.03	3.03	3.03	4.03	4.03	5.03	5.03
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X1	6,8	6,9	6,4	6,5	6,6	6,7	6,9	6,8	6,8	6,9
X2	6,8	6,8	6,7	6,6	6,6	6,9	7,0	6,4	6,5	6,6
X3	6,9	6,9	6,8	6,7	6,6	6,5	6,4	6,3	6,8	6,9
X4	7,0	6,5	6,9	6,8	6,6	6,7	6,7	6,5	6,9	6,8
X5	7,1	6,9	6,8	7,0	6,9	6,7	6,8	6,9	6,4	6,5
Дата	6.03	6.03	7.03	7.03	8.03	8.03	9.03	9.03	10.03	10.03
№	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X1	6,8	6,7	6,5	6,8	6,5	6,7	6,7	6,8	6,9	6,8
X2	6,6	6,9	6,8	6,7	6,6	6,5	6,6	6,9	6,7	6,8
X3	6,7	6,8	6,7	6,5	7,1	7,1	7,0	6,9	6,8	6,9
X4	6,7	6,9	6,9	7,0	7,0	6,9	6,8	6,9	6,7	6,8
X5	6,6	6,7	6,8	7,1	7,2	6,9	6,9	6,8	6,7	6,6

Практическая работа 2. Экспертные методы в практике управления качеством

Краткие теоретические сведения

Сущность экспертных методов заключается в выработке коллективного мнения группы специалистов в данной области.

Экспертный метод основан на использовании обобщенного опыта и интуиции специалистов – экспертов. Этот метод используется для определения показателей весомости каждого параметра качества, используемых для последующей оценки его уровня и экономического эффекта.

С целью повышения достоверности, точности, надежности и воспроизводимости экспертных оценок экспертизу осуществляют путем принятия группового решения компетентными людьми. Создается экспертная комиссия, состоящая из экспертной и рабочей групп. В экспертную группу включаются высококвалифицированные работники в области создания и функционирования оцениваемой продукции: исследователи, конструкторы, технологии, дизайнеры, товароведы, экономисты и т.д. Число экспертов, входящих в группу зависит от требуемой точности средних оценок и должно составлять от 7 до 20 человек. При заочном опросе верхний предел количества опрашиваемых экспертов не ограничивается.

Типовые задачи с решением

Задача 1. Определить степень согласованности мнений экспертов (коэффициент конкордации W), результаты ранжирования которыми объектов по составляющим качества приведены в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные к задаче

Решение (объект) \	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5
1	1,0	2	1,5	1	2
2	2,5	2	1,5	2	1
3	2,5	2	3	2,5	3
4	4	5	4,5	4,5	4
5	5	4	4,5	4	5,5
6	6	5,5	6	6	5,5

Примечание: при решении задачи необходимо добавить еще три столбика и затем произвести расчеты и сделать вывод относительно согласованности мнений экспертов по данному вопросу.

Алгоритм решения

1. Определить сумму рангов по каждому объекту экспертизы. Результаты занести в табл.2.
2. Вычислить среднее арифметическое рангов. Результаты занести в таблицу.
3. Определить отклонение от среднего значения по каждому объекту экспертизы. Результаты занести в таблицу.
4. Вычислить сумму квадратов отклонений от среднего арифметического.
5. Рассчитать коэффициент конкордации (W).
6. Сделать вывод о согласованности мнений экспертов

Таблица 2

Результаты расчетов

Решение (объект) \ Эксперты	Сумма рангов	Отклонение от среднего	Квадрат отклонений от
1	7,5	10	100
2	9	8	64
3	13	4,5	20,25
4	22	4,5	20,25
5	23	5,5	30,25
6	29	11,5	132,25

Если степень согласованности мнений экспертов оказывается неудовлетворительной, принимают меры для ее повышения (тренировки, обсуждение результатов, разбор ошибок).

Задача 2. «Ранжирование». Результаты оценки пятью экспертами семи объектов (по рангам) приведены в табл.3.

Таблица 3

Данные для оценки согласованности мнений экспертов

№ объекта экспертизы	Оценка эксперта				
	1	2	3	4	5
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

По сумме рангов лучшим является седьмой объект, вторым по качеству – четвертый, затем – шестой, первый, второй, третий и пятый. Если же ранжирование проводится с целью определения весовых коэффициентов g_i для семи объектов, то они рассчитываются с использованием выше приведенной формулы:

$$g_j = \frac{\sum_{i=1}^n G_{i,j}}{\sum_{i=1,j=1}^{n,m} G_{i,j}};$$

Тогда весовые коэффициенты объектов имеют следующие значения:

$$g_1 = \frac{4+6+4+4+3}{140} = \frac{21}{140} = 0,15,$$

аналогично:

$$g_2 = \frac{15}{140} = 0,11; \quad g_3 = \frac{9}{140} = 0,06; \quad g_4 = \frac{28}{140} = 0,2; \quad g_5 = \frac{7}{140} = 0,05; \quad g_6 = \frac{25}{140} = 0,18;$$

$$g_7 = \frac{35}{140} = 0,25;$$

где, $g_7 \succ g_4 \succ g_6 \succ g_1 \succ g_2 \succ g_3 \succ g_5$

$$g_1 + g_2 + g_3 + g_4 + g_5 + g_6 + g_7 = \sum_{j=1}^7 g_j = 1.$$

Задача 3. «Попарное сопоставление». В табл. 4 представлены результаты дегустации шоколадных батончиков, обозначенных номерами от 1 до 6. Предпочтение i -го продукта над j -м соответствует 1, противоположному отношению – 0. Равноценности продуктов соответствует знак X. Расставить продукты по качеству по шкале порядка.

Таблица 4

Результаты экспертизы качества продуктов методом попарного сопоставления

i - номер	j - номер						
	1	2	3	4	5	6	Итого
1	X	1	0	1	1	1	4
2	0	X	0	1	1	1	3
3	1	1	X	1	1	1	5
4	0	0	0	X	0	0	0
5	0	0	0	1	X	0	1
6	0	0	0	1	1	X	2

Решение: Ранжированный ряд имеет следующий вид: №4; №5; №6; №2; №1; №3.

Задача 4. Предположим, что в экспертизе 6 объектов участвуют 5 экспертов, причем все эксперты выразили свое мнение одинаково, т.е. мнение каждого из пяти экспертов представлено в табл. 5. Определить весомость каждого объекта и построить ранжированный ряд.

Таблица 5

Результаты экспертизы методом попарного сопоставления

Номер объекта экспертизы, j	1	2	3	4	5	6	Итого
1	X	1	3	1	1	1	
2		X	3	2	2	2	
3			X	3	3	3	
4				X	5	6	
5					X	6	
6						X	

Решение:

Балл j – го объекта, определяемый i – м экспертом, рассчитывается по формуле:

$$G_{i,j} = \frac{F_{i,j}}{C};$$

где: $F_{i,j}$ – частота предпочтения i – м экспертом j – го объекта,
 C – общее число суждений одного эксперта,
 m – число объектов экспертизы.

$$C = \frac{m(m-1)}{2};$$

1. Определить частоты предпочтений каждым экспертом j – го объекта ($F_{i,j}$), т.е. сколько раз эксперт предпочел j – й объект пяти другим:

$$F_{i,1} = \frac{4}{5} = 0,8; \quad F_{i,2} = \frac{3}{5} = 0,6; \quad F_{i,3} = \frac{5}{5} = 1;$$

$$F_{i,4} = \frac{0}{5} = 0 \quad F_{i,5} = \frac{1}{5} = 0,2 \quad F_{i,6} = \frac{2}{5} = 0,4$$

2. Рассчитаем общее число суждений каждого эксперта (C):

$$C = \frac{6(6-1)}{2} = 15;$$

3. Рассчитаем балл или весомость каждого объекта экспертизы (G_i) по общему мнению, пяти экспертов:

$$G_i = \sum G_{i,j};$$

$$G_1 = \frac{0,8}{15} + \frac{0,8}{15} + \frac{0,8}{15} + \frac{0,8}{15} + \frac{0,8}{15} = \frac{5 \cdot 0,8}{15} = \frac{4}{15} = 0,27;$$

$$G_2 = \frac{5 \cdot 0,6}{15} = \frac{3}{15} = 0,20;$$

$$G_3 = \frac{5 \cdot 1}{15} = \frac{5}{15} = 0,33;$$

$$G_4 = 5 \times 0 = 0$$

$$G_5 = \frac{5 \cdot 0,2}{15} = \frac{1}{15} = 0,07;$$

$$G_6 = \frac{5 \times 0,4}{15} = 0,13$$

4. Определяем сумму баллов всех объектов экспертизы, по мнению пяти экспертов:

$$\sum_{j=1}^m G_j = 0,27 + 0,2 + 0,33 + 0,07 + 0,13 = 1$$

Поэтому, полученные в пункте 3 значения G_j рассматриваются, как нормированные и используются, как весовые коэффициенты.

5. На основании весовых коэффициентов записываем ранжированный ряд объектов экспертизы: (по мере убывания оценки)

№3 №1 №2 №6 №5 №4

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Задача 1.

- 1) Определить меру согласованности мнений экспертов при оценке ими показателей качества.
- 2) Расположить показатели по рангам (провести ранжирование).
- 3) Рассчитать весовые коэффициенты для семи показателей качества.
- 4) Методом попарного сопоставления определить весомость каждого объекта экспертизы, при условии, что 5 экспертов выразили свое мнение о шести объектах одинаково. Построить ранжированный ряд объектов экспертизы.

Исходные данные для задания 1-3 указаны в табл. 6, для задания 4 в табл.

7.

Таблица 6

Исходные данные к задаче

Номер экспертизы	объекта	Оценка экспертов, балл				
		1 - го	2 - го	3 - го	4 - го	5 - го
1		1	2	3	1	2
2		3	4	2	5	3
3		5	5	4	3	4
4		2	3	1	2	1
5		4	1	5	4	5
6		7	6	6	7	6
7		6	7	7	6	7

Таблица 7

Исходные данные к задаче

Номер объекта экспертизы, j	1	2	3	4	5	6	Итого
1	X	1	1	1	1	1	
2		x	2	2	2	2	
3			x	3	3	3	
4				x	4	4	
5					x	5	
6						x	

Практическая работа 3. Инструменты управления (планирования) и анализа процесса постоянного совершенствования качества

Задание:

1. Изучите теоретический материал по теме «Инструментарий качества».
2. Выделите основные группы инструментов управления качеством и проанализируйте их сущностные характеристики и область применения.
3. Заполните табл. 1-3.

Таблица 1

Инструменты для управления и планирования качества

Приемы	Область применения
Развертывание (распределение) функций качества (QFD)	
Концептуальный инжиниринг (CE)	
Анализ отказов из-за ошибки проектирования и их последствий (DFMEA)	

Таблица 2

Инструменты планирования качества

Приемы	Область применения
Диаграмма связанности (средства)	
Диаграмма связей (взаимосвязей)	
Древовидная диаграмма	
Диаграмма процесса осуществления программы (PDPC)	
Матричная диаграмма	
Стрелочная диаграмма	
Анализ матричных данных (матрица приоритетов)	

Таблица 3

Инструменты постоянного совершенствования

Приемы	Область применения
Гистограмма	
Диаграмма разброса (рассеивания)	
Контрольный листок	
Контрольная карта	
Стратификация (расслоение данных)	
Диаграмма Парето	
Причинно-следственная диаграмма	

4. Приведите примеры графического представления инструментов качества
5. Проведите анализ последовательности практического использования инструментов качества.

6. Проведите анализ процедур построения статистических инструментов качества.
7. Сделайте вывод по материалам работы.

АТТЕСТАЦИОННЫЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Выберите правильный вариант ответа

1. Цель статистических методов контроля:
 - а) исключение случайных изменений качества;
 - б) исключение систематических изменений качества;
 - в) выявление погрешностей в технической документации.
2. Граница между хорошей и плохой продукцией:
 - а) необходимая доля брака;
 - б) допустимая доля брака в партии;
 - в) невозможная доля брака.
3. Один из основных инструментов статистических методов контроля:
 - а) сигнальная карта;
 - б) контрольные карты;
 - в) аналитические карты.
4. Автор идеи контрольной карты:
 - а) Уолтер А. Шухарт;
 - б) И. Пейдж;
 - в) Парето.
5. Контрольные карты, с помощью которых после наполнения информации принимается решение:
 - а) аналитические карты;
 - б) кумулятивные карты;
 - в) статистические карты.
6. Сигнал на контрольной карте о возможной разладке технологического процесса:
 - а) выход точек за среднюю линию;
 - б) выход точек за контрольные пределы;
 - в) совпадение точек.
7. Свидетельство чего является сильное рассеяние точек относительно средней линии на контрольной карте:
 - а) снижения чувствительности технологического процесса;
 - б) снижения точности процесса;
 - в) повышения точности процесса.
8. Причина нарушения технологического процесса, для выявления которой используются технологические карты:
 - а) определенная причина;
 - б) случайная причина;
 - в) допустимая причина.

9. Целесообразно ли исключение случайных причин вариации в технологическом процессе:

- а) нет;
- б) да;
- в) не знаю.

10. Общепринятое название схемы Каору Исикава:

- а) диаграмма следствий;
- б) петля качества;
- в) « рыбий скелет ».

11. Один из видов диаграммы Парето:

- а) по факторам;
- б) по последствиям;
- в) по текущим данным.

12. Один из этапов построения диаграммы Парето:

- а) анализ данных;
- б) выводы;
- в) классификация результатов.

13. « Элементарный метод » обеспечения качества продукции:

- а) оценка качества;
- б) анализ проекта;
- в) контрольные карты.

14. Какие данные используются при построении гистограммы:

- а) бухгалтерского учета;
- б) аналитические;
- в) обобщенные;
- г) измеряемые;
- д) совокупные.

15. Какой метод оценки качества продукции применяется когда требуется установить, сколько колебаний в процессе вызывается случайными изменениями:

- а) контрольная карта;
- б) временные ряды;
- в) диаграмма Парето;
- г) гистограмма;
- д) диаграмма рассеяния.

16. Какой анализ позволяют проводить контрольные карты:

- а) экономической эффективности;
- б) технической целесообразности;
- в) спроса на производимую продукцию;
- г) возможностей процесса;
- д) причин брака.

17. Сколько видов контрольных карт применяется для характеристики качественных признаков продукции:

- а) два;
- б) три;

- в) четыре;
- г) пять;
- д) шесть.

18. Какой метод оценки качества продукции применяется когда требуется определить , что происходит с одной из переменных величин, если другая переменная изменяется:

- а) контрольная карта;
- б) временные ряды;
- в) диаграмма Парето;
- г) гистограмма;
- д) диаграмма рассеяния.

19. Как называются контрольные карты, которые используются при принятии решений о режиме контроля качества продукции:

- а) регистрационные;
- б) кумулятивные;
- в) дубль-карты;
- г) простые,
- д) сложные.

20. С какого документа о проверке качества продукции начинается превращение мнений и предположений в факты:

- а) гистограмма;
- б) диаграмма рассеяния;
- в) контрольная карта;
- г) контрольный листок;
- д) диаграмма Парето.

21. Какой метод контроля качества используется когда требуется представить относительную важность всех проблем с целью выявления отправной точки для решения проблем:

- а) гистограмма;
- б) диаграмма рассеяния;
- в) контрольная карта;
- г) контрольный листок;
- д) диаграмма Парето.

22. Метод, позволяющий предсказывать принадлежность наблюдений или объектов к тому или иному классу категориальной зависимой переменной в зависимости от соответствующих значений одной или нескольких предикторных переменных:

- а) Деревья классификации
- б) Метод кластерного анализа
- в) Дискриминантный анализ

23. Диаграмма дерева неисправностей используется для:

- а) описания всех бизнес-процессов
- б) определения контрмер
- в) исключения причин ошибки
- г) мотивации персонала

24. Установите соответствие:

1. Единичный показатель качества продукции
 2. Интегральный показатель качества продукции
 3. Комплексный показатель качества продукции
 4. Определяющий показатель качества продукции
- а) Показатель качества продукции, по которому принимают решение оценивать ее качество
 - б) Показатель качества продукции, являющийся отношением суммарного полезного эффекта от эксплуатации или потребления продукции к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию или потребление
 - в) Показатель качества продукции, характеризующий одно из ее свойств
 - г) Показатель качества продукции, характеризующий несколько ее свойств

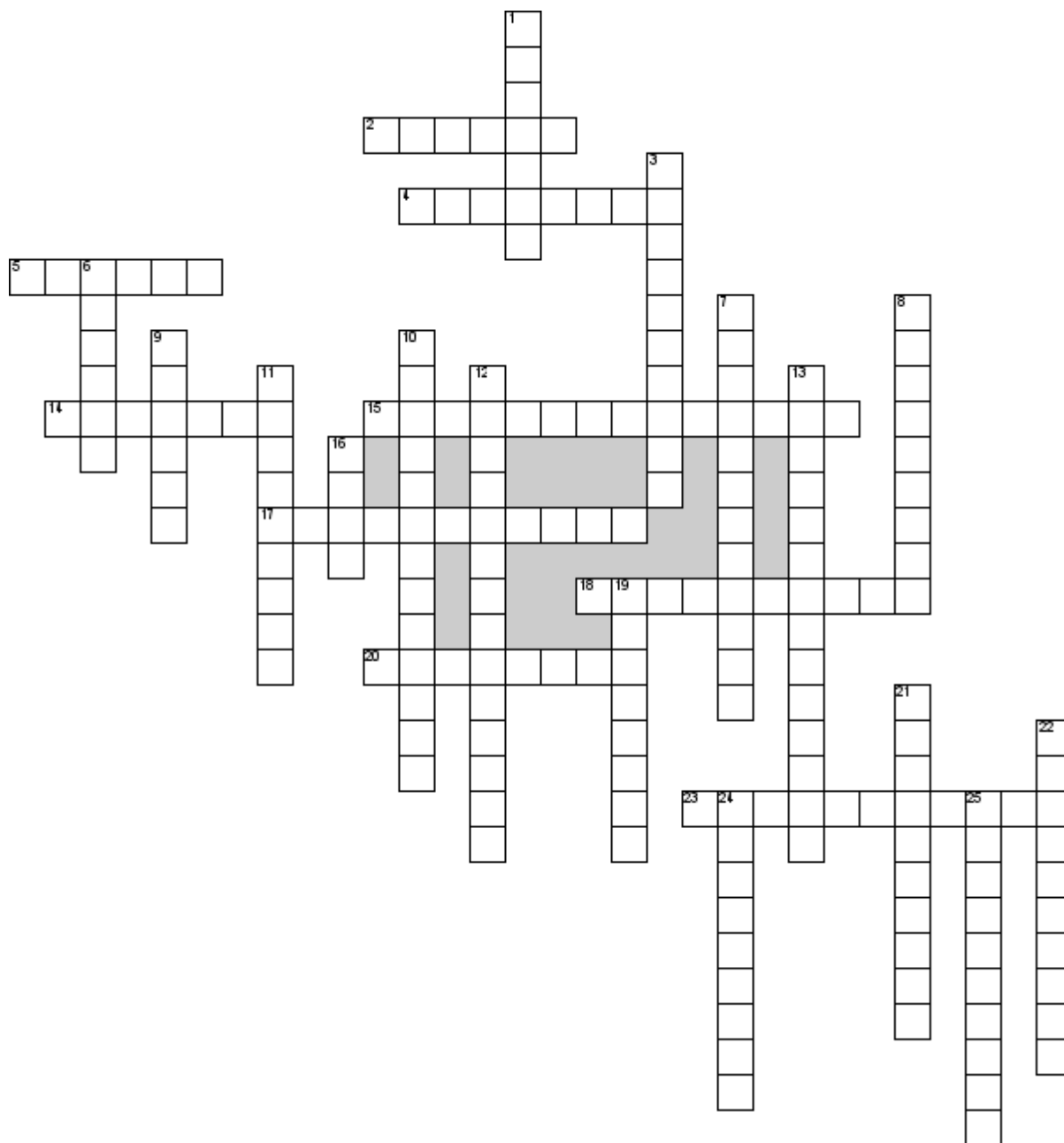
253. Установите соответствие:

- а) Измерительный метод определения показателей качества продукции
 - б) Органолептический метод определения показателей качества продукции
 - в) Расчетный метод определения показателей качества продукции
 - г) Регистрационный метод определения показателей качества продукции
 - д) Социологический метод определения показателей качества продукции
 - е) Экспертный метод определения показателей качества продукции
- а) Метод определения значений показателей качества продукции, осуществляемый на основе решения, принимаемого экспертами
 - б) Метод определения значений показателей качества продукции, осуществляемый на основе использования теоретических (или) эмпирических зависимостей показателей качества продукции от ее параметров
 - в) Метод определения значений показателей качества продукции, осуществляемый на основе технических средств измерений
 - г) Метод определения значений показателей качества продукции, осуществляемый на основе анализа восприятий органов чувств
 - д) Метод определения значений показателей качества продукции, осуществляемый на основе сбора и анализа мнений ее фактических или возможных потребителей
 - е) Метод определения показателей качества продукции, осуществляемый на основе наблюдения и подсчета числа определенных событий, предметов или затрат

ТВОРЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Решите кроссворды, дав пояснение разгаданным понятиям с точки зрения инструментария качества

Кроссворд 1



По горизонтали

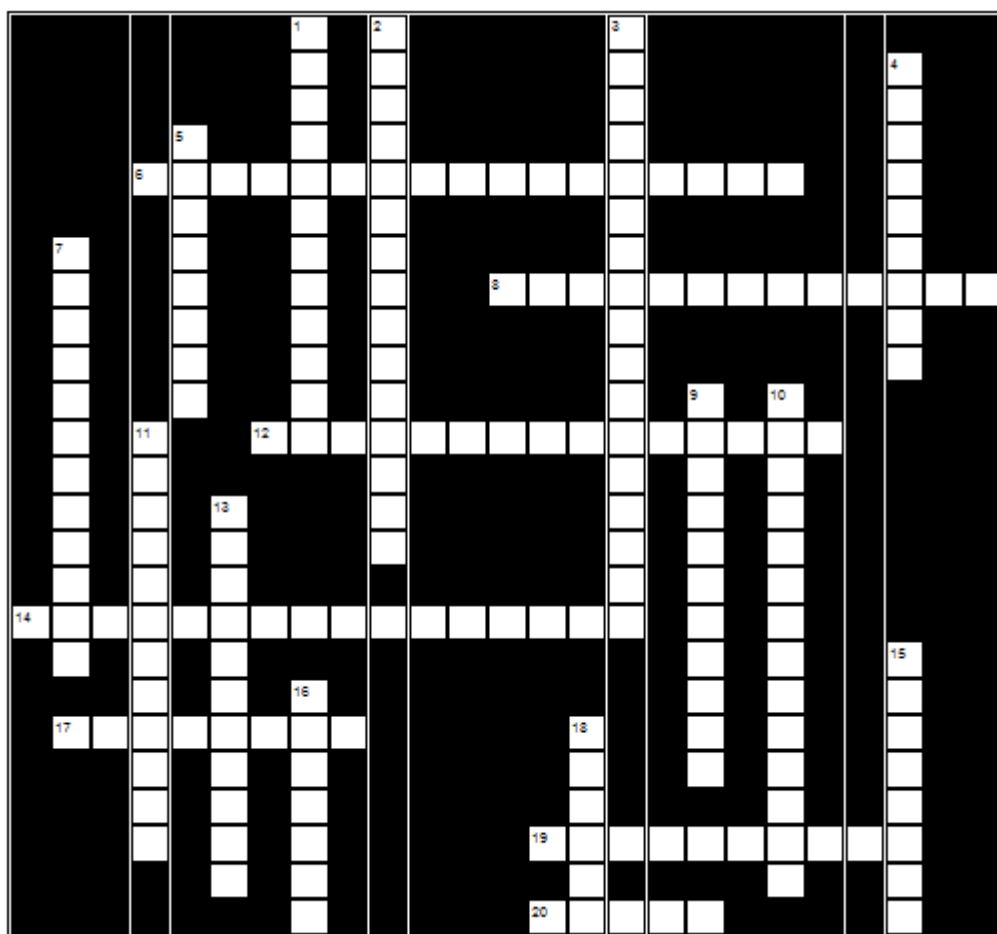
2. Каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям.
4. Методология, известная как цикл plan-do-check-act. Что означает check?
5. Какой является продукция, удовлетворяющая всем установленным требованиям?
14. Как называется значение показателя качества продукции, принятое за основу при сравнительной оценке ее качества?

15. Невыполнение требований.
17. Область науки, предметом которой являются количественные методы оценки качества продукции.
18. Какой вид брака изделия после его исправления может быть использовано по назначению?
20. Степень соответствия присущих характеристик требованиям.
23. При каком уровне качества производить продукции и удовлетворять потребности потребителя экономически не целесообразно?

По вертикали

1. Кто предложил идею создания знаменитых Кружков Качества ?
3. Кому принадлежит высказывание: - «Качество - прежде всего. Если проблема решена, исчезнут проблемы излишних потерь и несвоевременных сроков. Качество, а не объем выпуска - задача номер один»..
6. Разработал модель системы качества, получившей название Триада Качества.
7. Проледура, посредством которой третья сторона дает письменную гарантию, что продукция, процесс или услуга соответствуют заданным требованиям.
8. Как называется показатель качества продукции, характеризующий одно из её свойств?
9. Представитель американской школы управления качеством, который разработал концепцию Zero Defects .
10. Это установление соответствия конкретной продукции образцу и (или) её описанию.
11. Каким является изделие, имеющее хотя бы один дефект?
12. Какая стоимость представляет собой целостную совокупность свойств продукта, благодаря которым он способен удовлетворить ту или иную человеческую потребность?
13. Процесс постоянных изменений, преобразований, многовариантность, разнообразие подходов, действий, деятельности по отношению к какому-либо объекту .
16. Продукция, передача которой потребителю не допускается из-за наличия дефектов.
19. Объективная способность продукции, которая может проявляться при ее создании, эксплуатации и потреблении.
21. Каким процессом сегодня не заканчивается петля качества?
22. Кем была предложена модель Всеобщего Контроля качества (total Quality Control)?
24. Она может быть представлена в виде материалов, оборудования, программного обеспечения, услуг.
25. Свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданном интервале времени

Кроссворд 2



По горизонтали

6. Состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствует всем требованиям научно-технической и конструкторской документации.
8. Метод определения значений показателей качества продукции, основанный на информации, получаемой с использованием технических измерительных средств.
12. Показатель, характеризующий свойства продукции, обуславливающий оптимальное распределение затрат, материалов, труда и времени при технологической подготовке производства, изготовлении и эксплуатации продукции.
14. Метод оценки качества продукции, основанный на сопоставлении единичных показателей ее качества,

По вертикали

1. Степень соответствия фактических технико-экономических параметров изготовленного изделия его аналогичным параметрам, заложенным в проектной документации, является критерием оценки качества продукции на этой стадии.
2. Метод определения значений показателей качества продукции, основанный на использовании информации, получаемой путем подсчета числа определенных событий, предметов или затрат.
3. Метод определения значений показателей качества продукции, основанный на использовании информации, получаемой в результате анализа восприятий органов чувств: зрения, слуха, обоняния, осязания и вкуса.
4. Метод определения значений показателей качества продукции, основанный на использовании информации, получаемой с помощью теоретических или эмпирических зависимостей.

при этом для каждого из показателей рассчитываются относительные показатели качества.

17. Документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг.
19. Документ, выданный по правилам системы сертификации для подтверждения соответствия сертифицированной продукции установленным требованиям.
20. Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.
5. Совокупность свойств продукции, обуславливающая ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.
7. Качество продукции обеспечивается и определяется качеством нормативно-технической документации на изготовление продукции, качеством оборудования, оснастки, инструменты, получаемого сырья, материалов, комплектующих на этой стадии.
9. Метод оценки уровня качества продукции, основанный на сопоставлении комплексных показателей качества оцениваемого и базового образцов продукции.
10. Деятельность по установлению правил, общих принципов, характеристик, рассчитанных для многократного использования на добровольной основе, направленная на достижение упорядоченности и повышение конкурентоспособности в области производства и оборота продукции, выполнения работ и оказания услуг.
11. Деятельность по подтверждению соответствия продукции установленным требованиям.
13. Событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении его работоспособного состояния.
15. Объективная особенность продукции, которая может проявляться при ее создании, эксплуатации или потреблении.
16. Материализованный результат процесса трудовой деятельности, обладающий полезными свойствами, полученный в определенном месте за определенный интервал времени и предназначенный для использования потребителями в целях удовлетворения их потребностей как общественного, так и личного характера.
18. Каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям.

ГЛОССАРИЙ (СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ)

Анализ	– деятельность, предпринимаемая для установления пригодности, адекватности, результативности рассматриваемого объекта для достижения установленных целей.
Блок-схема процесса принятия решения	Инструмент, помогающий запустить механизм непрерывного планирования, его использование способствует уменьшению риска практически в любом деле
Всеобщее руководство качеством	- подход к руководству организацией, нацеленный на качество, основанный на участии всех ее членов и направленный на достижение долгосрочного успеха путем удовлетворения требований потребителя и выгоды для членов организации и общества.
Всеобъемлющий менеджмент качества	– подход к руководству организацией, основанный на участии всех её членов и направленный на достижение долгосрочного успеха путём удовлетворения требований потребителя и выгоды для членов организации и общества.
Гистограмма	Инструмент, позволяющий зрительно оценить распределение статистических данных, сгруппированных по частоте попадания данных в определенный (заранее заданный) интервал
Диаграмма дерева	Инструмент стимулирования процесса творческого мышления, способствующий систематическому поиску наиболее подходящих и эффективных средств решения проблем
Диаграмма Парето	Инструмент, позволяющий объективно представить и выявить основные факторы, влияющие на исследуемую проблему, и распределить усилия для ее эффективного разрешения
Диаграмма разброса (рассеивания)	Инструмент, позволяющий определить вид и тесноту связи между парами соответствующих переменных
Диаграмма связей	Инструмент, позволяющий выявлять логические связи между основной идеей, проблемой и различными факторами влияния
Диаграмма сродства	Инструмент, позволяющий выявлять основные нарушения процесса путем

Идентификация	обобщения и анализа близких устных данных - процедура, посредством которой устанавливается соответствие продукции требованиям, которые предъявляются к ней (к данному виду или типу) в нормативных или информационных документах.
Испытание	– определение или исследование одной или нескольких характеристик изделия под воздействием совокупности физических, химических, природных или эксплуатационных факторов и условий; техническая операция, заключающаяся в установлении одной или нескольких характеристик данной продукции, процесса или услуги в соответствии с установленной процедурой.
Качество	– совокупность свойств и характеристик продукции, которые придают ей способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности (ИСО 9000:2000); совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением (ГОСТ 15467-79).
Контроль	- деятельность, включающая проведение измерений, экспертизы, испытаний или оценки одной или нескольких характеристик (с целью калибровки) объекта и сравнение полученных результатов с установленными требованиями для определения, достигнуто ли соответствие по каждой из этих характеристик.
Контроль качества	– деятельность специалистов организации, сущность которой состоит в определении конечных технических характеристик продукции и выявлении степени их соответствия заявленным ранее показателям.
Контрольная карта	Инструмент, позволяющий отслеживать ход протекания процесса и воздействовать на него (с помощью соответствующей обратной связи), предупреждая его отклонения от предъявленных к процессу требований
Контрольный листок	Инструмент для сбора данных и их автоматического упорядочения для

	дальнейшего использования собранной информации
Матрица приоритетов	Инструмент для обработки большого количества числовых данных, полученных в результате построения матричных диаграмм, с целью выявления приоритетных данных
Матричная диаграмма	Инструмент, позволяющий выявлять важность различных неочевидных (скрытых) связей
Менеджмент качества	– скоординированная деятельность по руководству и управлению организацией применительно к качеству.
Метод стратификации (расслаивания данных)	Инструмент, позволяющий произвести разделение данных на подгруппы по определенному признаку
Методы управления качеством	- способы и приемы осуществления управленческой деятельности, и воздействие на управляемые объекты для достижения поставленных целей в области качества.
Механизм управления качеством продукции	- совокупность взаимосвязанных объектов и субъектов управления, используемых принципов, методов и функций управления на различных этапах жизненного цикла продукции и уровнях управления качеством.
Обеспечение качества	– деятельность, направленная на достижение уверенности как внутри организации, так и вне её (у потребителей и полномочных органов) в том, что требования к качеству выполняются; часть менеджмента качества, направленная на создание уверенности, что требования к качеству будут выполнены.
Общее руководство качеством	- те аспекты общей функции управления, которые определяют политику в области качества, цели и ответственность, а также осуществляют их с помощью таких средств, как планирование и улучшение качества, в рамках системы качества.
Оценка качества	- систематическая проверка, насколько объект способен выполнять установленные требования.
Оценка уровня качества продукции	— совокупность операций, включающая выбор номенклатуры показателей качества оцениваемой продукции и определение значений этих показателей при оценке качества продукции.

План качества	– документ, определяющий, какие процедуры и соответствующие ресурсы, кем и когда должны применяться к конкретному проекту, продукции, процессу или контракту.
Причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы)	Инструмент, позволяющий выявить наиболее существенные факторы (причины), влияющие на конечный результат (следствие)
Программа качества	– документа, регламентирующий конкретные меры в области качества, распределение ресурсов и последовательность действий, относящихся к конкретной продукции.
Руководство качеством (общее руководство качеством, менеджмент качества)	– общие указания со стороны высшего руководства по планированию, управлению и обеспечению качества, которые в совокупности с целями и ответственностью за достижение требуемого уровня качества определяют политику организации в области качества.
Руководство по качеству	- документ, излагающий политику в области качества и описывающий систему качества организации.
Самопроверка (самоконтроль)	– персональная проверка и контроль оператором с применением методов, установленных технологической картой на операцию, а также с использованием предусмотренных измерительных средств с соблюдением заданной периодичности проверки.
Система качества	- совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, необходимых для осуществления общего руководства качеством; совокупность организационной структуры, распределения ответственности, процессов, процедур и ресурсов, обеспечивающая осуществление общего руководства качеством.
Система контроля качества продукции	- собой совокупность взаимосвязанных объектов и субъектов контроля, используемых видов, методов и средств оценки качества изделий и профилактики брака на различных этапах жизненного цикла продукции и уровнях управления качеством.
Система менеджмента качества	– система менеджмента для руководства и управления организацией применительно к качеству.

Стрелочная диаграмма	Инструмент, позволяющий планировать оптимальные сроки выполнения всех необходимых работ для реализации поставленной цели и эффективно их контролировать
Требования к качеству	- выражение определенных потребностей или их перевод в набор количественно или качественно установленных требований к характеристикам объекта, чтобы дать возможность их реализации и проверки.
Улучшение качества	- мероприятия, предпринимаемые повсюду в организации с целью повышения эффективности и результативности деятельности и процессов для получения выгоды как для организации, так и для ее потребителей; часть менеджмента качества, направленная на увеличение способности выполнить требования к качеству.
Управление качеством	- методы и виды деятельности оперативного характера, используемые для выполнения требований к качеству.
Управление качеством	— предупредительная, надзорная, корректирующая функция руководителей среднего звена и специалистов, носящая оперативный характер и нацеленная на выполнение требований к качеству преимущественно технического характера на всех стадиях жизненного цикла изделия.
Управление качеством продукции	— действия, осуществляемые при создании, эксплуатации или потреблении продукции в целях установления, обеспечения и поддержания необходимого уровня ее качества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Басовский Л.Е., Протасьев В.Б. Управление качеством: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2004.
2. Гистограмма. - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Histogram.htm
3. ГОСТ Р 50779.42-99. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта. – М.: Стандартиформ, 2008.
4. Диаграмма Исикавы. - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Ishikawa_Chart.htm
5. Диаграмма Парето. - <https://tutorexcel.ru/diagrammy/diagramma-pareto-v-excel/>
6. Диаграмма Парето. - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Pareto_Chart.htm
7. Диаграмма разброса - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Scatter_Diagram.htm
8. Диаграмма рассеивания (разброса) в Excel. - <https://exceltable.com/grafiki/diagramma-rasseyaniya>
9. Диаграмма связей. - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Relationship_Diagram.htm
10. Диаграмма сродства. - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Affinity_Diagram.htm
11. Контрольная карта. - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Control_Chart.htm
12. Контрольный листок. - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Check_sheet.htm
13. Кузнецова Н. В. Управление качеством: учебное пособие. - М.: Флинта: МПСИ, 2009. - 360 с.
14. Кузнецова Н. В. Управление качеством: Практикум : учеб. пособие для вузов - Магнитогорск : Изд-во МаГУ, 2008. - 171 с.
15. Кузнецова Н. В. Управление качеством: Практикум: учеб. пособие для вузов. - Магнитогорск : Изд-во МаГУ, 2016. - 171 с.
16. Кузнецова Н.В. Методы принятия управленческих решений: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 222с.
17. Кузнецова Н.В. Методы принятия управленческих решений: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 222с.
18. Кузнецова Н.В. Модели и методы принятия управленческих решений : Электронное издание . - Магнитогорск, 2018.
19. Кузнецова Н.В. Принятие управленческих решений. Электронное издание. – Магнитогорск, 2018.
20. Кузнецова Н.В. Разработка управленческих решений: Учебное пособие. – Магнитогорск, 2012. – 236с.
21. Кузнецова Н.В. Управление качеством. Электронное издание. - Магнитогорск, 2018.
22. Кузнецова Н.В. Управление качеством: учебное пособие. – М.: Флинта: Наука, 2013. – 360с.

23. Кузнецова Н.В. Управление качеством: учебно-методический комплекс для студентов специальности «Менеджмент организации». – Магнитогорск: МаГУ, 2007.
24. Кузнецова Н.В. Управленческие решения. Практикум : учебное пособие. – Магнитогорск, 2011. – 160 с.
25. Кузнецова Н. В. Управление качеством: Учебное пособие. - М.: Флинта, Наука 2016. - 360 с.:
26. Кузьмин А.М. Диаграмма разброса // Методы менеджмента качества. – 2006. № 2.
27. Кузьмин А.М. Семь инструментов управления качеством // Методы менеджмента качества. – 2006. - № 5. – С.25.
28. Кузьмин, А.М. Семь основных инструментов контроля качества // Методы менеджмента качества. – 2005. - № 9. – С.23.
29. Матрица приоритетов. - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Prioritization_Matrix.htm
30. Матричная диаграмма - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Matrix_Diagram.htm
31. Мишин В.М. Управление качеством: учебное пособие для вузов. – М.: Юнити-Дана, 2002.
32. Пример построения диаграммы Парето в Excel- <https://exceltable.com/shablony-skachat/diagramma-pareto-primer>
33. Причинно-следственная диаграмма в Excel. - <https://exceltable.com/grafiki/diagramma-isikavy>
34. Розова Н.К. Управление качеством. – СПб.: Питер, 2003.
35. Семь новых инструментов качества. – Москва: kpms, 2014.
36. Смирнов Э.А. Управленческие решения: Учебник для вузов. – М.: РИОР, 2010. – 362 с.
37. Стратификация - https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Stratification.htm
38. Управление качеством: Учебник для вузов / С.Д.Ильенкова, Н.Д. Ильенкова, В.С.Мхитарян и др.; под ред. С.Д.Ильенковой. – М.: Юнити-Дана, 2004.
39. Шухарт У.А. Экономический контроль качества произведенного продукта / Вэн Ноустренд К. – Нью-Йорк, 1931. – 50 с.
40. https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Tree_Diagram.htm

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ И ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 27.12.2002 N 184-ФЗ (ред. от 29.07.2017) "О техническом регулировании"
2. Агарков, А.П. Управление качеством [Текст]: учеб.пособие/ А.П.Агарков. – М.: Изд-во «Дашков и К», 2010. – 228 с.
3. Бузов Б. А. Управление качеством продукции. Технический регламент, стандартизация и сертификация : учеб. пособие для вузов / Б. А. Бузов. - М. : Академия, 2006. - 172 с.

4. Бурчакова М.А., Мизинцева М.Ф. Управление качеством: Учеб.пособие. – М.: Изд-во РУДН, 2004.
5. Варакута С.А. Управление качеством продукции. – М.: Издательство РИОР, 2004.
6. Василевская, И. В. Управление качеством: Учеб. пособие / И.В. Василевская. - 2-е изд. - М.: РИОР, 2009. - 112 с.: 70х100 1/32. - (Карманное учебное пособие). - Режим доступа: [http// portal mgtu.ru](http://portal.mgtu.ru), электронная библиотечная система «Лань».- ISBN 978-5-369-00377-0, 3000 экз.
7. Герасимов Б. Н. Управление качеством: Учебное пособие / Б.Н. Герасимов, Ю.В. Чуриков. - М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2011. - 304 с. - Режим доступа: [http// portal mgtu.ru](http://portal.mgtu.ru), электронная библиотечная система «Лань».- ISBN 978-5-9558-0198-8.
8. Джордж С., Ваймерскирх А. Всеобщее управление качеством: стратегии и технологии, применяемые сегодня в самых успешных компаниях. – СПб.: Виктория плюс, 2002.
9. Клячкин, В. Н. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. Н. Клячкин. - М. : Финансы и статистика [и др.], 2009. - 303 с
10. Мазур И.И. Управление качеством: Учеб.пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Упр.качеством» / И.И.Мазур, В.Д.Шапиро; Под общ.ред. И.И.Мазура. – М.: Омега-Л, 2005.
11. Огвоздин В.Ю. Управление качеством: Основы теории и практики: Учебное пособие. – М.: Издательство «Дело и Сервис», 2002.
12. Окрепилов В.В. Управление качеством. Учебник для вузов. – М.: Экономика, 1998.
13. Панде П., Холп Л. Что такое «Шесть сигм»? Революционный метод управления качеством/ пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004.
14. Ребрин Ю.И. Управление качеством: Учебное пособие. - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. 174с.
15. Сундарон Э.М. Статистические методы контроля и управления качеством. Учеб.пособие. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2002. – 54 с.
16. Управление качеством продукции: Учеб.пособие / Н.И.Новицкий, В.Н. Олексюк, А.В. Кривенков, Е.Э. Пуровская; Под ред. Н.И.Новицкого. – М.: Новое знание, 2004.
17. Фейгенбаум А. Контроль качества продукции: Сокр. Пер. с англ. / Авт. предисл. и научн. ред. А.В. Гличев. – М.: Экономика, 1986. – 471 с.
18. Цвигун И.В. Концепции качества и варианты их системной реализации. – Иркутск: Изд-во ИГЭА, 1998.
19. Периодические издания: «Стандарты и качество», «Методы менеджмента качества», «Партнеры и конкуренты. Методы оценки соответствия», «Мир измерений», «Деловое совершенство», «ИСО 9000 + ИСО 14000 +», «Менеджмент в России и за рубежом», «Менеджмент сегодня».

ССЫЛКИ НА РЕСУРСЫ СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Следует отметить, что Интернет — это информационный ресурс, который пополняется и изменяется с достаточно большой скоростью. Поэтому не исключено, что к моменту прочтения данных материалов какого-то из указанных выше сайтов вы не обнаружите в сети. Зато вы сможете обнаружить что-то новое.

<http://www.elitarium.ru> - Центр дистанционного образования

<http://www.cfin.ru> - Сайт «Корпоративный менеджмент» является зарегистрированным электронным средством массовой информации (Свидетельство о регистрации: Эл № 77-6549).

<http://www.dialogvn.ru> - Журнал «Управленческое консультирование» - по теории и практике управления, становлению системы местного самоуправления, вопросам истории местных органов власти

<http://leg-ekonom.ru> - принципы управления организацией

<http://grebennikon.ru> - Электронная библиотека Издательского дома «Гребенников»

<http://www.aup.ru> - Административно-управленческий портал

<http://www.eur.ru> – Библиотека экономической и управленческой литературы

<http://e-college.ru> - проект Московского института экономики, менеджмента и права (МИЭМП), посвященный дистанционному обучению. Сайт поддерживается силами Информационно-методического центра (ИМЦ) МИЭМП.

<http://www.gaudeamus.omskcity.com> - электронная библиотека полнотекстовых учебников, курсов и конспектов лекций, учебно-методических материалов, авторефератов диссертаций в открытом доступе.

<http://www.cfin.ru> – «Корпоративный менеджмент» - Материалы и публикации по всем отраслям менеджмента, в т.ч. теоретико-методологического характера. Представлен полный архив журнала «Менеджмент в России и за рубежом», публикации, семинары по менеджменту

<http://www.emd.ru> – Сайт компании «Евроменеджмент» - Обзоры зарубежного и российского опыта управления современными компаниями.

<http://economics-online.org>- Сайт Economics online - Сборник разнообразных ресурсов по экономике и менеджменту, в т.ч. электронные версии классических трудов.

<http://www.marketing.spb.ru> - «Энциклопедия маркетинга» — это интернет-проект, направленный на сбор и предоставление учебных, академических и методико-практических материалов посредством сети Интернет студентам, аспирантам, в том числе специалистам, обучающимся на курсах повышения квалификации, а также формирование академических и практических навыков маркетинговой деятельности у предпринимателей, менеджеров и топ-менеджеров.

<http://www.marketologi.ru> – «Гильдия маркетологов».

<http://window.edu.ru> - Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (window.edu.ru) предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования.

<http://www.iqlib.ru> - Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия.

<http://www.gumer.info> - Коллекция книг по социальным и гуманитарным и наукам: истории, культурологии, философии, политологии, литературоведению, языкознанию, журналистике, психологии, педагогике, праву, экономике и т.д.

<http://www.finbook.biz> - Собрание книг и публикаций по экономике, анализу, менеджменту, учету, банковскому делу, маркетингу и др.

<http://menegerbook.net> - библиотека менеджера

<http://www.garant.ru/> - сайт правовой компьютерной системы «Гарант» – законодательство РФ (кодексы, законы, указы, постановления), аналитика, комментарии, практика

<http://www.consultant.ru/> - сайт Компании "КонсультантПлюс",

<http://ecsocman.edu.ru> - Федеральный портал «Экономика. Социология. Менеджмент». Содержит большое количество литературы, Интернет ресурсов, программ по трём предметам, вынесенным в название сайта.

<http://www.finansy.ru/> Финансы.Ru - Книги по финансам, банковскому делу, менеджменту, маркетингу, рекламе, экономической теории, международным отношениям, налогообложению, бух. учету, аудиту; статьи и исследования, пособия, диссертации и авторефераты, обзоры, подшивки и др.

<http://mc-ma.narod.ru/portal.htm> - Портал «Русский менеджмент», на котором много конкретных примеров и иллюстраций из жизни современных российских организаций, полезных для выполнения контрольной и курсовой работ.

<http://www.devbusiness.ru/lib/> - Сайт «Развитие Бизнеса». Материалы по организационному дизайну и анализу организаций.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Причинно-следственная диаграмма Исикавы в Excel³³

Диаграмма Исикавы – популярный способ графического представления анализа причинно-следственных связей. Внешне она напоминает рыбную кость или скелет. Поэтому часто инструмент называют «рыбий скелет».

Автор – японский химик Каора Исикава. Метод был разработан еще в начала пятидесятых. Сначала аналитическая техника использовалась лишь в рамках менеджмента качества. Впоследствии начала применяться и в других проблемных областях.

Основная цель метода – групповой поиск проблем и их причин. Диаграмма Исикавы («Ишикавы» – еще одна транскрипция) включена в японский промышленный стандарт (JIS) как график причин и результатов, показывающий отношение между качественным показателем и воздействующими на него факторами.

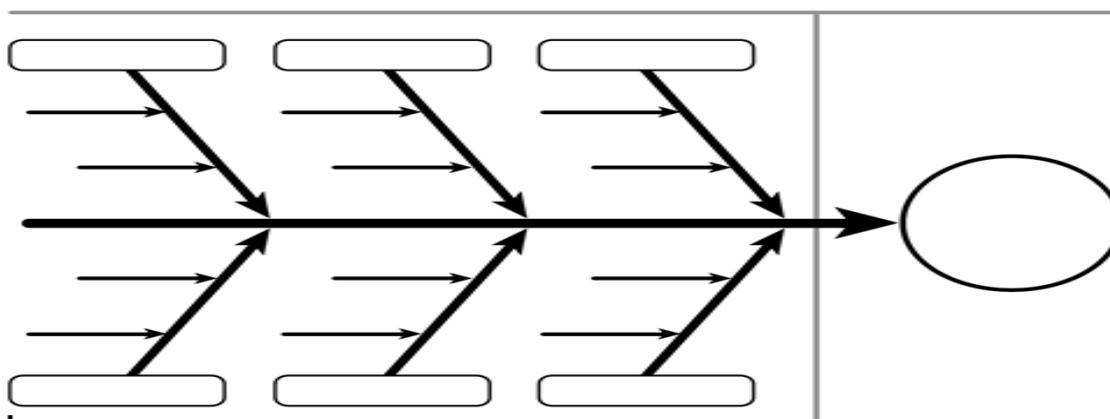
Техника предназначена для первоначального ранжирования воздействующих на исследуемую проблему факторов. Это результат аналитической работы. Например, вырос брак на производстве. Это проблема, исследуемый объект. Руководитель собирает ответственных и просит выделить возможные причины данной проблемы. Затем анализируются факторы, приведшие к возникновению той или иной причины.

Конечные цели аналитического метода Ишикавы:

- выявление всех факторов, повлиявших на возникновение проблемы;
- визуализация связей между проблемой и возможными причинами;
- расстановка акцентов для анализа и решения проблемы.

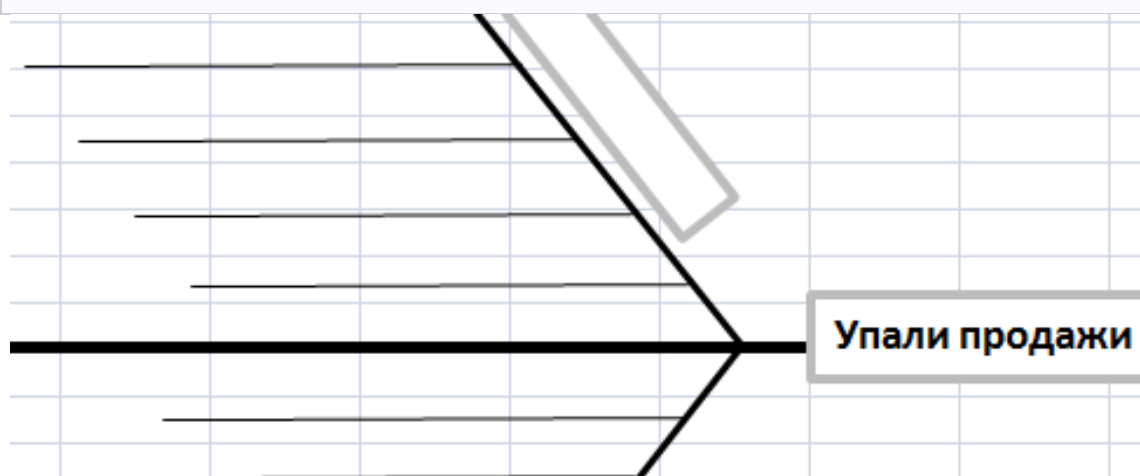
ПРИМЕР

Классический шаблон диаграммы выглядит следующим образом:

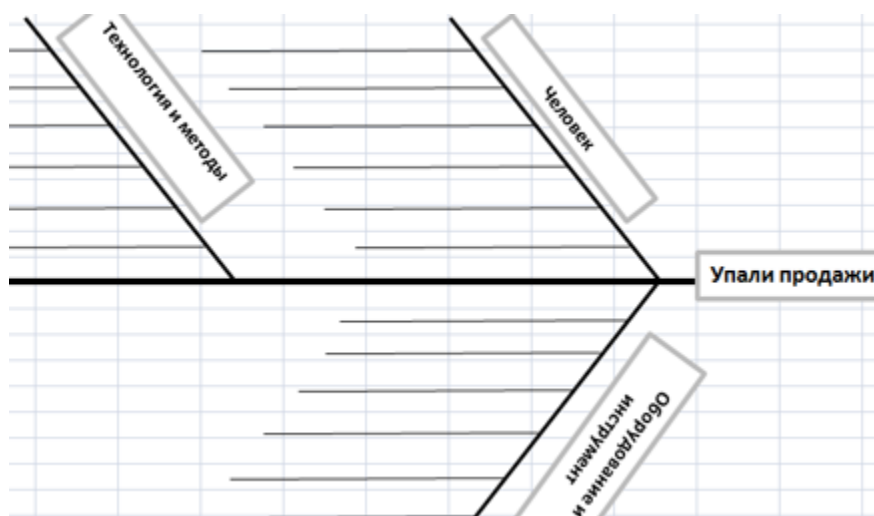


³³ Причинно-следственная диаграмма в Excel. - <https://exceltable.com/grafiki/diagramma-isikavy>

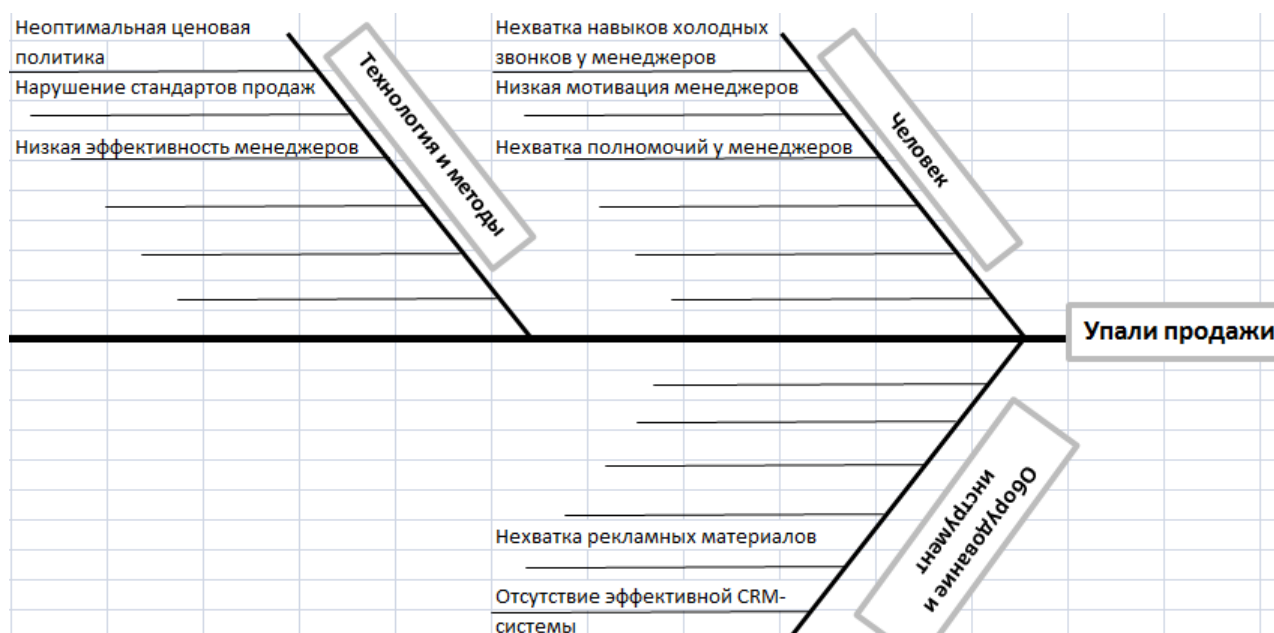
1. На предприятии возникла проблема. Ее нужно сформулировать четко и правильно. Например, «упали продажи». Снижение продаж – объект анализа. Нужно вписать его в «голову рыбы».



2. Далее руководитель должен выяснить у ответственных лиц: почему так случилось. На этом этапе высказывания не критикуются и не анализируются, а просто фиксируются. Их записывают на основные боковые линии. Максимальное количество основных факторов – 3-6.



3. На данном этапе необходимо «углубить» основные факторы (1-го порядка). На диаграмме отражают возможные влияния на каждый из них. Например, «человек». Возможно, менеджеру по продажам не хватает навыков холодных звонков. Также в ходе анализа было выяснено, что у менеджера нет всех полномочий по привлечению новых клиентов. При углублении в анализ «Оборудования» обнаружилось, что в периоде было недостаточно рекламных материалов. Факторы второго порядка вписываются на «средние кости».



4. Если есть факторы третьего порядка, которые влияют на факторы второго порядка, их располагают на «мелких костях».

Важно при анализе выявить все факторы. Даже те, которые кажутся незначительными. В дальнейшем факторы оцениваются и ранжируются. Задача – выявить самые значимые, которые больше всего повлияли на снижение продаж.

Для ранжирования факторов можно использовать, к примеру, метод Парето.

КАК ПОСТРОИТЬ ДИАГРАММУ ИСИКАВЫ В EXCEL

Диаграмму Ишикавы построить с помощью средств Excel достаточно сложно. Зато проанализировать вес каждого фактора можно. И уже на основе графика найти оптимальный путь решения проблемы.

Обратимся к нашему примеру. Найденные факторы не имеют числового выражения. Для иллюстрации оценим их в баллах.

Причина	Оценка в баллах
Нехватка навыков холодных контактов	3
Неоптимальная ценовая политика	28
Низкая мотивация менеджеров	37
Нехватка рекламных материалов	2
Нарушение стандартов продаж	8
Низкая эффективность менеджеров	4
Нехватка полномочий у менеджеров	48
Отсутствие эффективной CRM-системы	1

Отсортируем цифры в порядке возрастания. Посчитаем долю каждого фактора с накопительным итогом.

C18		f_x	=B18/\$B\$25+C17
	A	B	C
15			
16	Причина	Оценка в баллах	Доля накопительным итоном
17	Нехватка полномочий у менеджеров	48	37%
18	Низкая мотивация менеджеров	37	65%
19	Неоптимальная ценовая политика	28	86%
20	Нарушение стандартов продаж	8	92%
21	Низкая эффективность менеджеров	4	95%
22	Нехватка навыков холодных контактов	3	98%
23	Нехватка рекламных материалов	2	99%
24	Отсутствие эффективной CRM-системы	1	100%
25		131	

Проиллюстрируем баллы в виде гистограммы. А долю – в виде графика с маркерами.



Диаграмма показывает: чтобы решить возникшую проблему, нужно работать, в основном, с первыми тремя факторами.

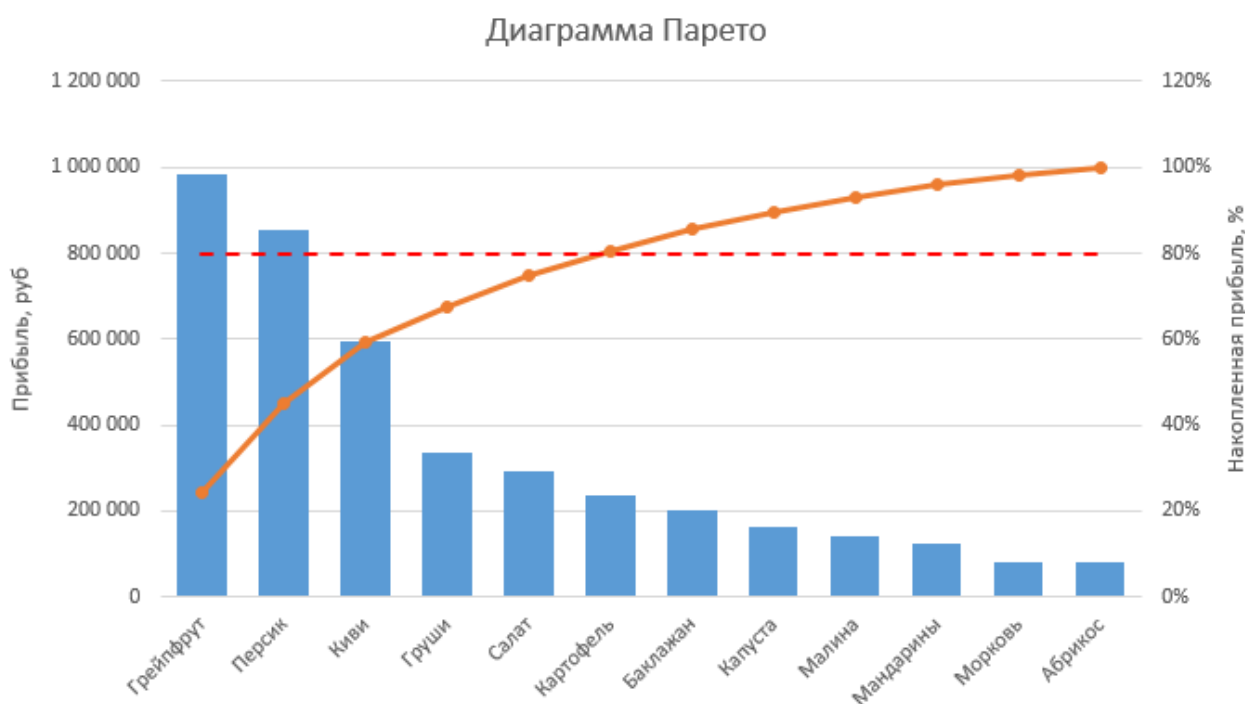
Приложение 2

Пример построения диаграммы парето в Excel³⁴

Диаграмма Парето в Excel - еще одна из диаграмм, которая может значительно улучшить читаемость представленных нами данных

Диаграмма Парето в Excel обычно состоит из двух диаграмм: столбчатой диаграммы, иногда в форме гистограммы и линейной диаграммы. На столбчатом графике число вхождений данного явления представлено в порядке убывания, а на линейном графике представлена совокупная процентная доля каждого из них. Опираясь на данный принцип, мы будем создавать свою более удобную, интерактивную, динамическую диаграмму Парето для визуализации зависимости данных.

В бизнес-анализе часто строят диаграмму Парето, отображающую эту неравномерность. С ее помощью можно наглядно показать, например, какие товары или клиенты приносят наибольшую прибыль. Выглядит она обычно так:



Ее основные особенности:

- Каждый синий столбец гистограммы представляет собой прибыль по товару в абсолютных единицах и откладывается по левой оси.
- Оранжевый график представляет собой накопленный процент прибыли (т.е. долю прибыли нарастающим итогом).
- На условной границе в 80% обычно рисуют пороговую горизонтальную линию для наглядности. Все товары левее точки пересечения этой линии с графиком накопленной прибыли - приносят нам 80% денег, все товары правее - оставшиеся 20%.

³⁴ Пример построения диаграммы Парето в Excel- [HTTPS://EXCELTABLE.COM/SHABLONY-SKACHAT/DIAGRAMMA-PARETO-PRIMER](https://exceltable.com/shablony-skachat/diagramma-pareto-primer)
ДИАГРАММА ПАРЕТО. - <https://tutorexcel.ru/diagrammy/diagramma-pareto-v-excel/>

Вариант 1. Простая диаграмма Парето по готовым данным

Если исходные данные попали к вам в виде подобной таблицы (т.е. уже в готовом виде):

	А	В	С
1	Товар	Прибыль	
2	Морковь	82 127	
3	Мандарины	122 885	
4	Киви	594 915	
5	Персик	852 983	
6	Малина	139 661	
7	Капуста	162 867	
8	Салат	294 181	
9	Абрикос	80 146	
10	Груши	334 776	
11	Грейпфрут	985 680	
12	Картофель	237 087	
13	Баклажан	203 609	
14			

... то алгоритм работы следующий.

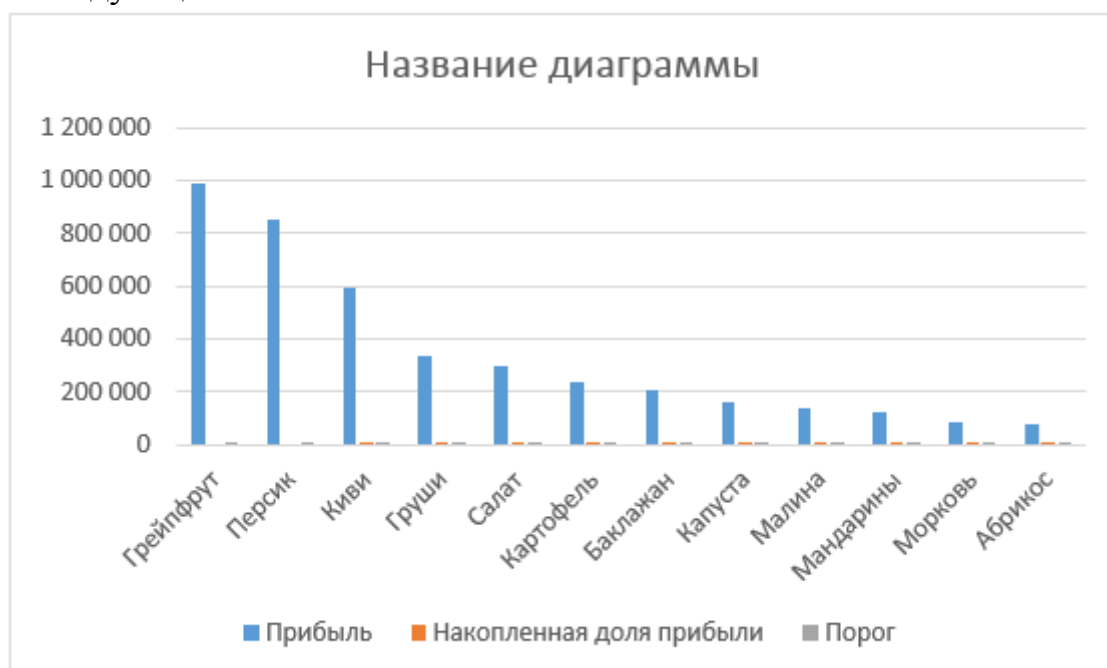
Сортируем таблицу по убыванию прибыли (вкладка **Данные** - **Сортировка**) и добавляем столбец с формулой для расчета накопленного процента прибыли:

C2	:	X	✓	f _x	=СУММ(\$B\$2:B2)/СУММ(\$B\$2:\$B\$13)
	А	В	С	Д	Е
1	Товар	Прибыль	Накопленная доля прибыли		
2	Грейпфрут	985 680	24%		
3	Персик	852 983	45%		
4	Киви	594 915	59%		
5	Груши	334 776	68%		
6	Салат	294 181	75%		
7	Картофель	237 087	81%		
8	Баклажан	203 609	86%		
9	Капуста	162 867	90%		
10	Малина	139 661	93%		
11	Мандарины	122 885	96%		
12	Морковь	82 127	98%		
13	Абрикос	80 146	100%		
14					

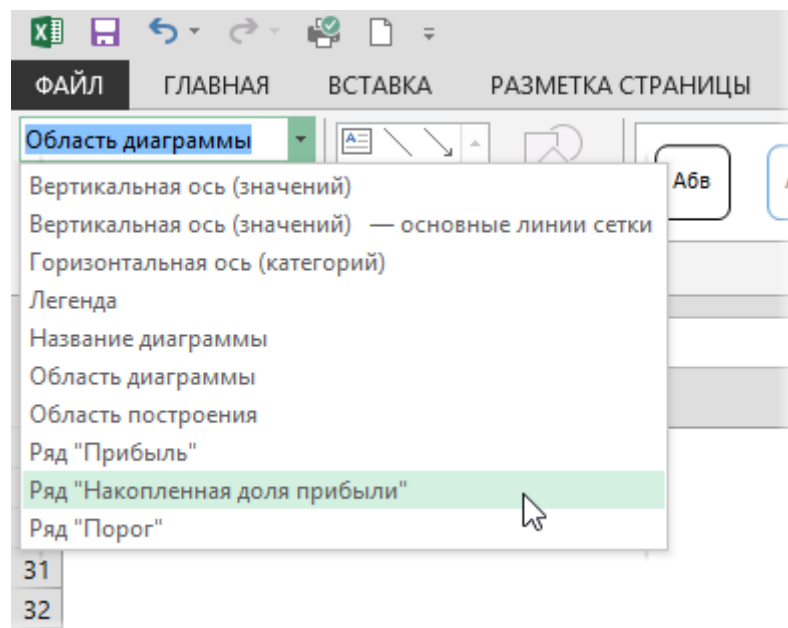
Эта формула делит суммарную накопленную прибыль с начала списка до текущего товара на общую прибыль по всей таблице. Также добавляем столбец с константой 80% для создания в будущей диаграмме горизонтальной пороговой пунктирной линии:

	A	B	C	D	E
1	Товар	Прибыль	Накопленная доля прибыли	Порог	
2	Грейпфрут	985 680	24%	80%	
3	Персик	852 983	45%	80%	
4	Киви	594 915	59%	80%	
5	Груши	334 776	68%	80%	
6	Салат	294 181	75%	80%	

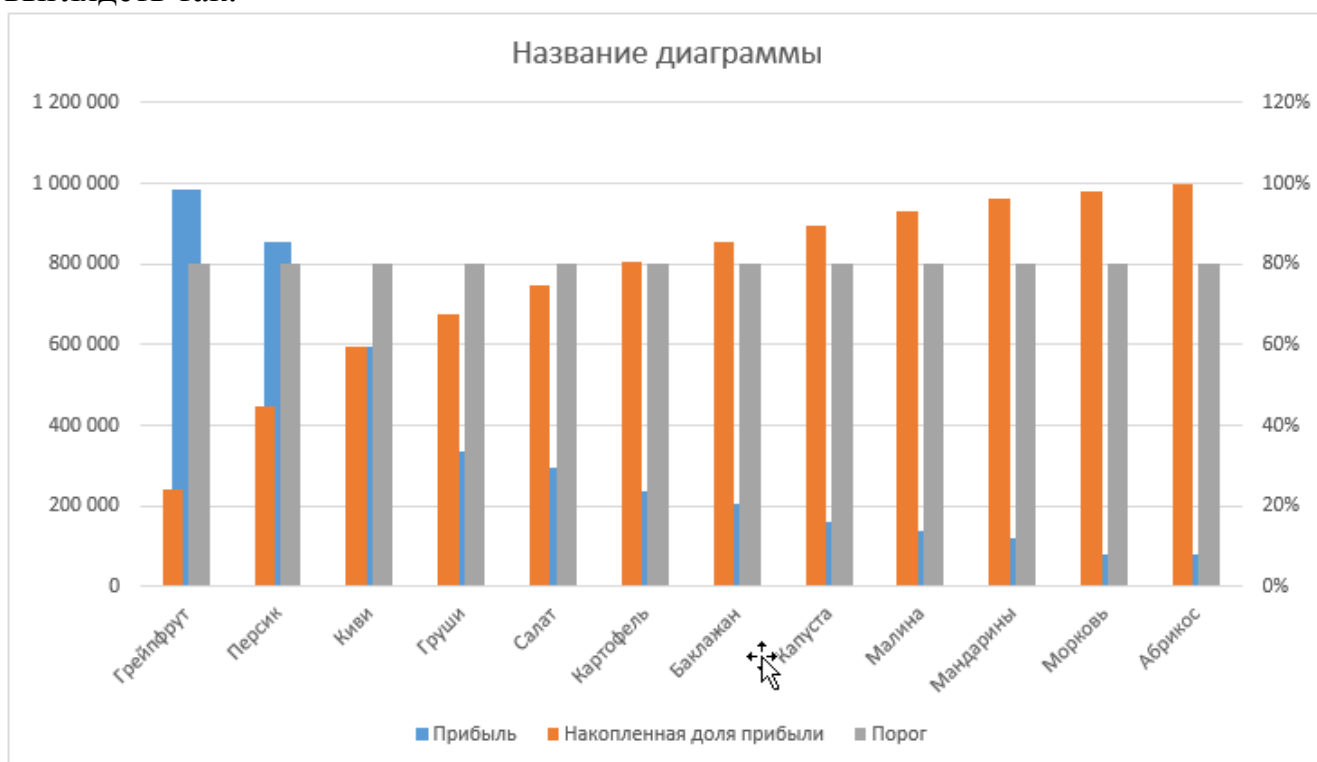
Выделяем все данные и строим обычную гистограмму на вкладке **Вставка - Гистограмма (Insert - Column Chart)**. Должно получиться примерно следующее:



Ряды с процентами на полученной диаграмме нужно отправить по вторичной (правой) оси. Для этого нужно выделить ряды мышью, но это может быть сложно, поскольку их плохо видно на фоне больших столбцов прибыли. Так что лучше воспользоваться для выделения выпадающим списком на вкладке **Макет (Layout)** или **Формат (Format)**:



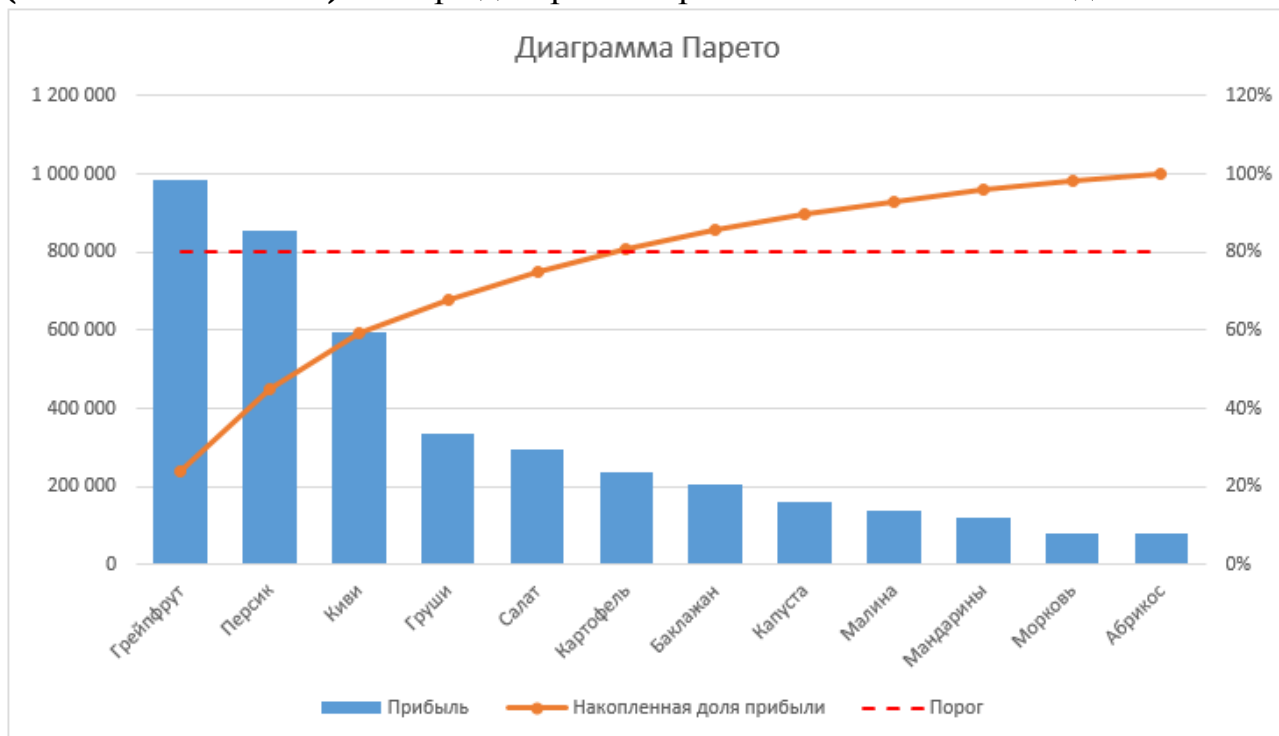
Затем щелкнуть по выделенному ряду правой кнопкой мыши и выбрать команду **Формат ряда (Format Data Series)** и в появившемся окне выбрать опцию **По вторичной оси (Secondary Axis)**. В итоге наша диаграмма начнет выглядеть так:



Для рядов Накопленная доля прибыли и Порог надо поменять тип диаграммы со столбцов на линию. Для этого щелкните по каждому из этих рядов и выберите команду **Изменить тип диаграммы для ряда (Change Series Chart Type)**.

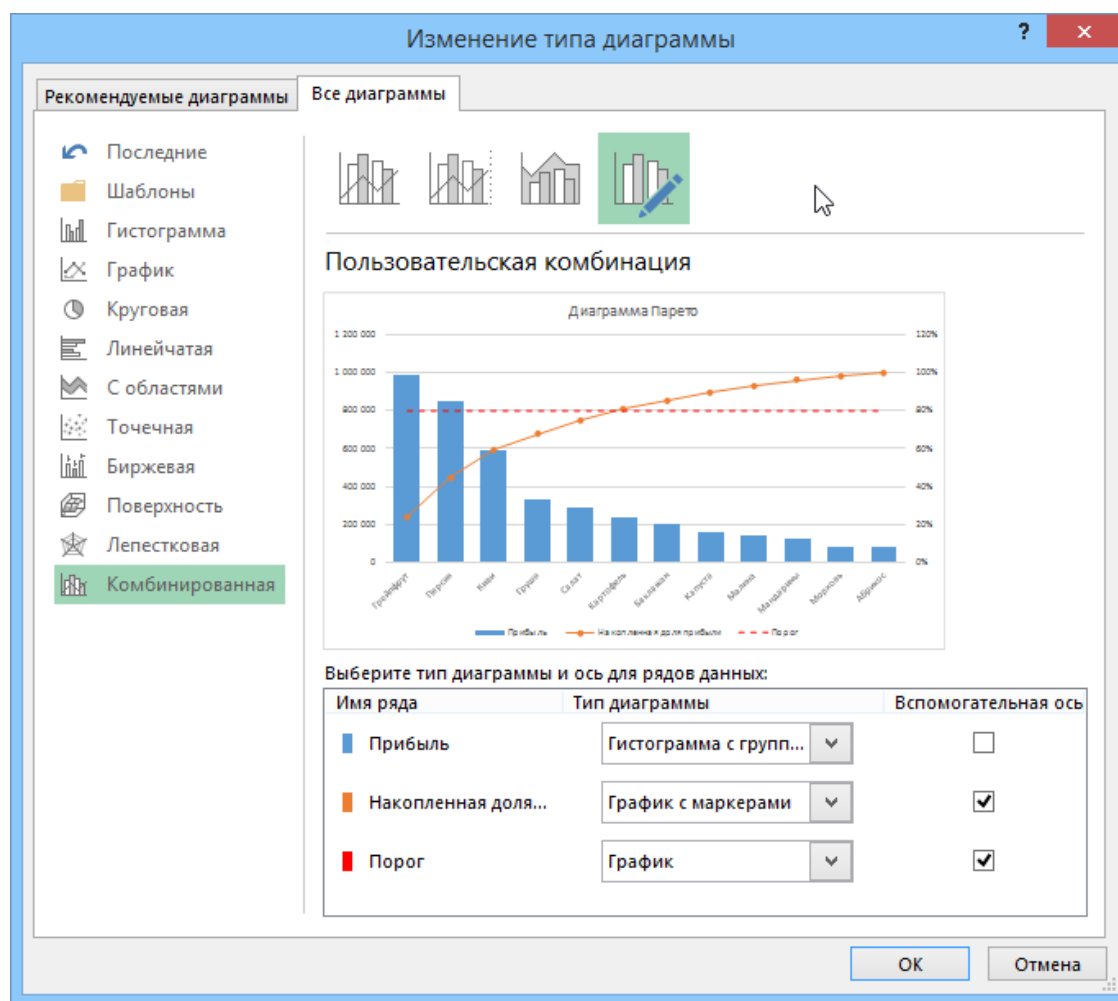
Останется выделить горизонтальный ряд Порог и отформатировать его так, чтобы он стал похож на линию отсечки, а не на данные (т.е. убрать

маркеры, сделать линию красной пунктирной и т.д.). Все это можно сделать, щелкнув по ряду правой кнопкой мыши и выбрав команду **Формат ряда (Format Data Series)**. Теперь диаграмма примет окончательный вид:



По ней можно сделать вывод, что 80% прибыли приносят 5 первых товаров, а на все остальные товары правее картофеля приходится только 20% прибыли.

В Excel 2013 можно поступить еще проще - воспользоваться новым встроенным комбинированным типом диаграммы сразу при построении графика:



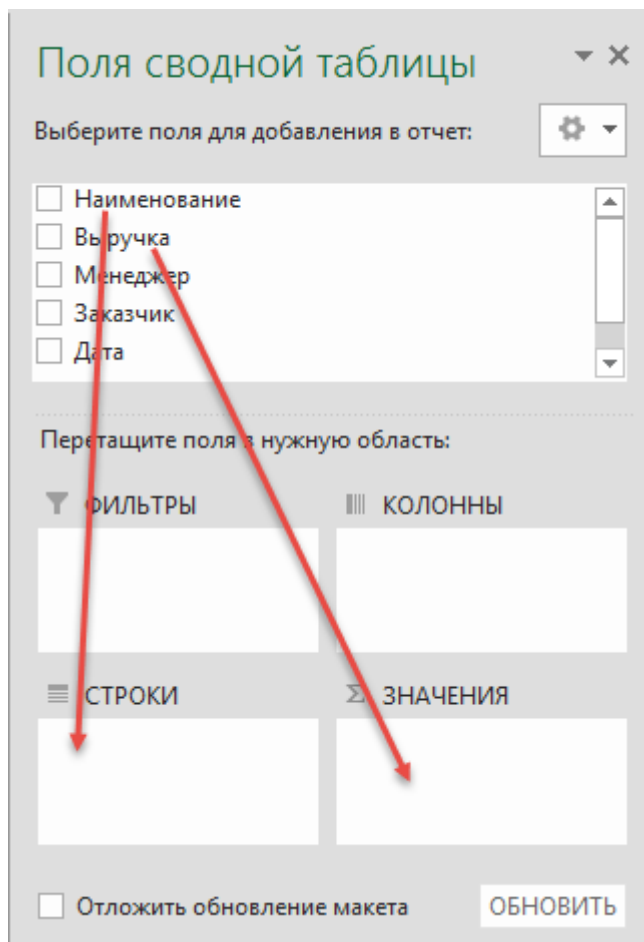
Вариант 2. Сводная таблица и сводная диаграмма Парето

Что же делать, если для построения нет готовых данных, а есть только исходная необработанная информация? Предположим, что в начале у нас есть таблица с данными продаж вот такого вида:

	A	B	C	D	E	F
1	Наименование	Выручка	Менеджер	Заказчик	Дата	
2	Персик	68 959	Петров	Рамстор	21.10.2013	
3	Лук	69 758	Тарасов	Пятерочка	26.02.2013	
4	Нектарин	88 432	Иванов	Перекресток	11.07.2013	
5	Картофель	11 634	Дубинин	Ашан	29.04.2013	
6	Грейпфрут	80 039	Петров	Перекресток	21.08.2013	
7	Грейпфрут	92 830	Михайлов	Рамстор	05.04.2013	
8	Морковь	13 634	Иванов	Шангри-Ла	24.08.2013	
9	Баклажан	63 729	Иванов	Шангри-Ла	01.12.2013	
10	Салат	49 137	Булкин	Ашан	04.04.2013	
11	Салат	34 911	Михайлов	Тандем	21.06.2013	
12	Киви	27 284	Иванов	Тандем	30.01.2013	
13	Капуста	98 018	Иванов	Пятерочка	06.09.2013	

Чтобы построить по ней диаграмму Парето и выяснить какие товары лучше всего продаются, придется сначала проанализировать исходные данные.

Проще всего это сделать с помощью сводной таблицы. Выделим любую ячейку в исходной таблице и воспользуемся командой **Вставка - Сводная таблица (Insert - Pivot Table)**. В появившемся промежуточном окне ничего не меняем и жмем **ОК**, затем в появившейся справа панели переносим мышью поля исходных данных из верхней части в нижние области макета будущей сводной таблицы:



В итоге должна получиться сводная таблица с суммарной выручкой по каждому товару:

	A	B	C
1			
2			
3	Названия строк ▾	Сумма по полю Выручка	
4	Абрикос	9 941 880	
5	Ананас	7 669 180	
6	Баклажан	7 845 049	
7	Банан	8 835 309	
8	Грейпфрут	6 509 585	
9	Груши	8 121 852	
10	Ежевика	4 542 350	
11	Капуста	13 435 722	
12	Картофель	10 444 015	
13	Киви	8 112 079	
14	Клубника	4 373 542	
15	Лук	9 177 592	
16	Малина	3 713 953	
17	Манго	9 760 246	
18	Мандарины	10 092 205	
19	Морковь	14 106 812	
20	Нектарин	11 355 666	
21	Огурец	6 516 065	
22	Перец	4 654 472	
23	Персик	7 873 604	
24	Петрушка	3 635 825	
25	Салат	2 959 639	
26	Укроп	3 139 194	
27	Общий итог	176 815 835	
28			
29			

Сортируем ее по убыванию выручки, установив активную ячейку в столбец **Сумма по полю Выручка** и используя кнопку сортировки **От Я до А (From Z to A)** на вкладке **Данные (Data)**.

Теперь нужно добавить вычисляемый столбец с накопленной процентной выручкой. Для этого еще раз перетащите поле **Выручка** в область **Значения (Values)** на правой панели, чтобы получить дубликат столбца в сводной. Затем щелкните по клонированному столбцу правой кнопкой мыши и выберите команду **Дополнительные вычисления - % от суммы с нарастающим итогом в поле (Show Data As - % Running Total In)**. В появившемся окне выберите поле **Наименование**, по которому сверху-вниз будут накапливаться проценты выручки. На выходе должна получиться вот такая таблица:

	A	B	C	D
1				
2				
3	Названия строк ▾	Сумма по полю Выручка	Сумма по полю Выручка2	
4	Морковь	14 106 812	7,98%	
5	Капуста	13 435 722	15,58%	
6	Нектарин	11 355 666	22,00%	
7	Картофель	10 444 015	27,91%	
8	Мандарины	10 092 205	33,61%	
9	Абрикос	9 941 880	39,24%	
10	Манго	9 760 246	44,76%	
11	Лук	9 177 592	49,95%	
12	Банан	8 835 309	54,94%	
13	Груши	8 121 852	59,54%	
14	Киви	8 112 079	64,13%	
15	Персик	7 873 604	68,58%	
16	Баклажан	7 845 049	73,01%	
17	Ананас	7 669 180	77,35%	
18	Огурец	6 516 065	81,04%	
19	Грейпфрут	6 509 585	84,72%	
20	Перец	4 654 472	87,35%	
21	Ежевика	4 542 350	89,92%	
22	Клубника	4 373 542	92,39%	
23	Малина	3 713 953	94,49%	
24	Петрушка	3 635 825	96,55%	
25	Укроп	3 139 194	98,33%	
26	Салат	2 959 639	100,00%	
27	Общий итог	176 815 835		
28				

Как легко заметить - это уже практически готовая таблица из первой части статьи. В ней только не хватает для полного счастья столбца с пороговым значением 80% для построения линии отсечки в будущей диаграмме. Такой столбец можно легко добавить с помощью вычисляемого поля. Выделите любое число в сводной и затем нажмите на вкладке **Главная** - **Вставить** - **Вычисляемое поле (Home - Insert - Calculated Field)**. В открывшемся окне введем имя поля и его формулу (в нашем случае - константу):

Вставка вычисляемого поля

Имя: Добавить

Формула: Удалить

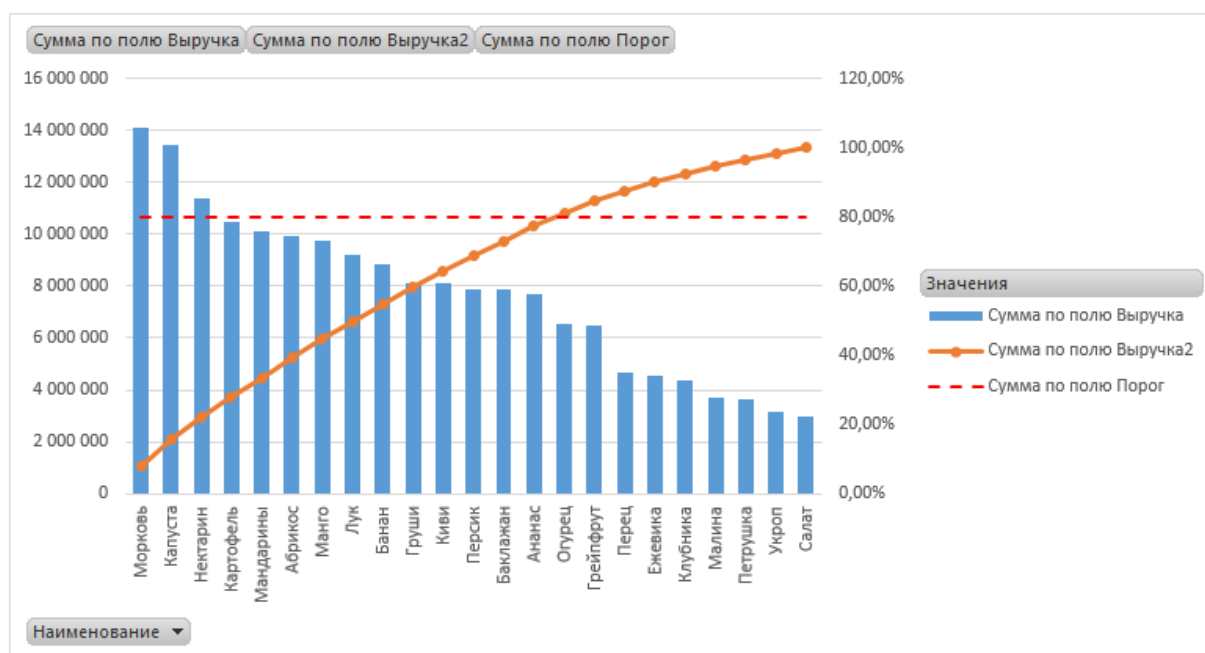
Поля:

Наименование
 Выручка
 Менеджер
 Заказчик
 Дата

Добавить поле

ОК Закрыть

После нажатия на **ОК** в таблицу добавится третий столбец со значением 80% во всех ячейках и она, наконец, примет требуемый вид. Далее можно воспользоваться командой **Сводная диаграмма (Pivot Chart)** на вкладке **Параметры (Options)** или **Анализ (Analysis)** и настроить диаграмму совершенно аналогично первому варианту:



Подсветка ключевых товаров

Для подсветки самых влияющих факторов, т.е. столбцов находящихся левее точки пересечения оранжевой кривой накопленных процентов с горизонтальной линией отсечки в 80% можно использовать подсветку. Для этого придется добавить к таблице еще один столбец с формулой:

Шрифт		Выравнивание	
=ЕСЛИ(C2>80%;0;1)			
C	D	E	F
Накопленная доля прибыли	Порог	Подсветка	
24%	80%	1	
45%	80%	1	
59%	80%	1	
68%	80%	1	
75%	80%	1	
81%	80%	0	
86%	80%	0	

Эта формула выдает на выходе 1, если товар находится левее точки пересечения и 0 - если правее. Затем нужно сделать следующее:

1. Добавляем новый столбец к диаграмме - проще всего это сделать простым копированием, т.е. выделить столбец **Подсветка**, скопировать его (**Ctrl+C**), выделить диаграмму и произвести вставку (**Ctrl+V**).

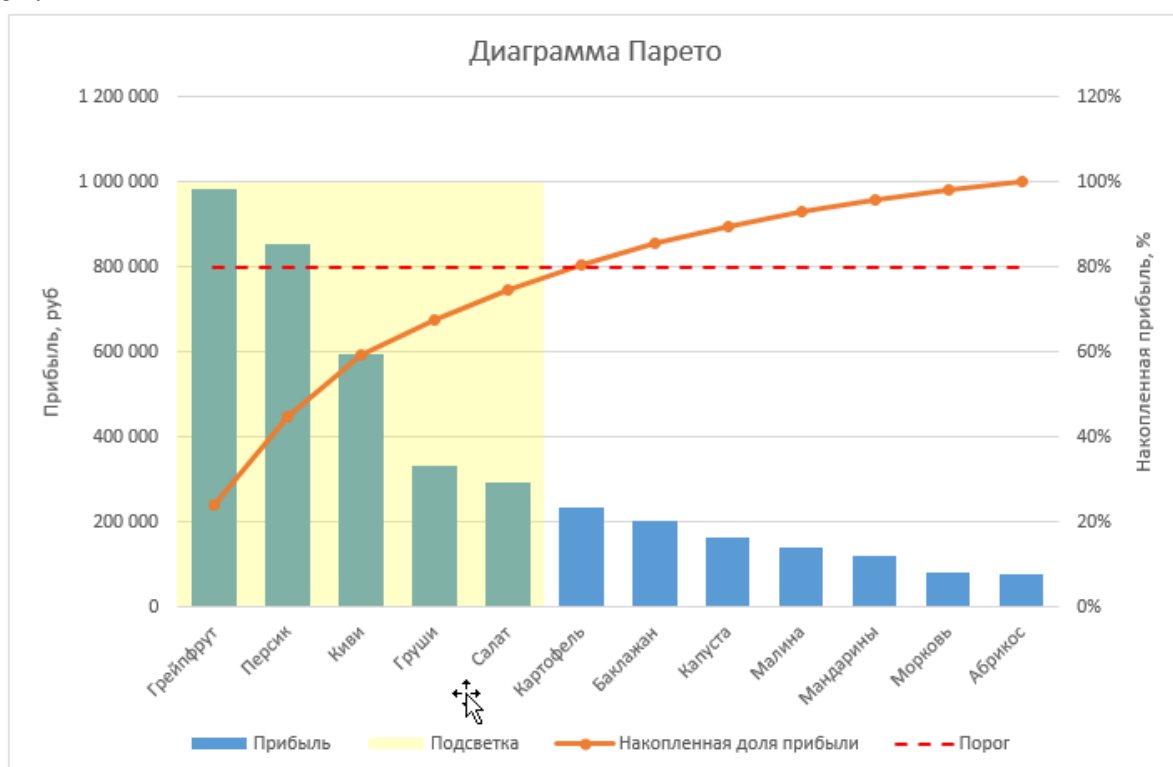
2. Выделяем добавленный ряд и переключаем его по вторичной оси, как было описано выше.

3. Тип диаграммы для ряда **Подсветка** меняем на столбцы (гистограмму).

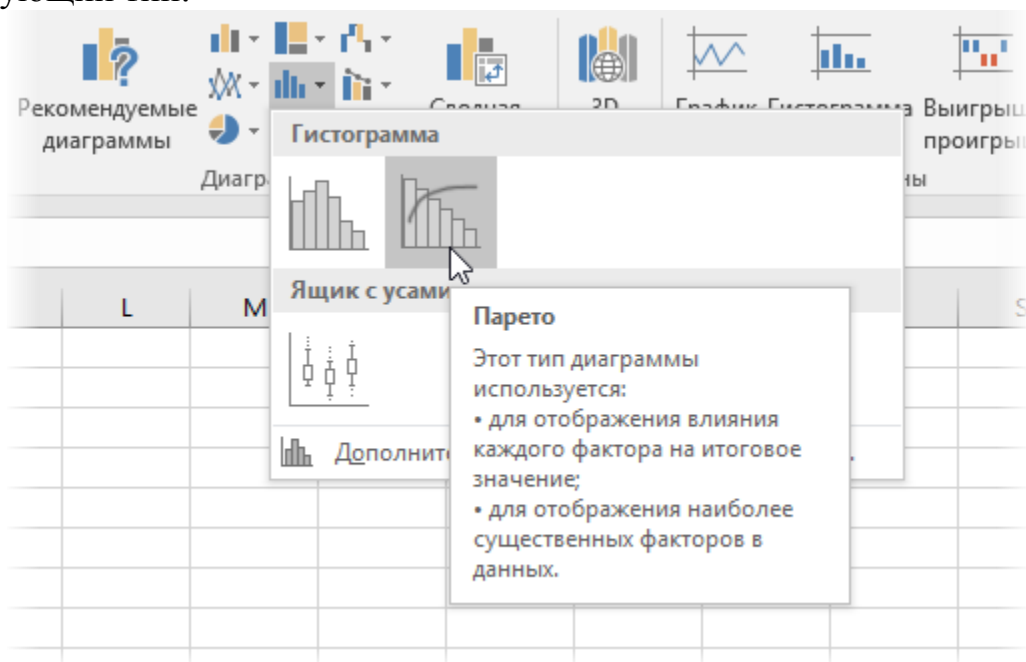
4. Убираем боковой зазор в свойствах ряда (правой кнопкой мыши по ряду **Подсветка** - **Формат ряда** - **Боковой зазор**), чтобы столбцы слились в единое целое.

5. Убираем границы столбцов, а заливку делаем полупрозрачной.

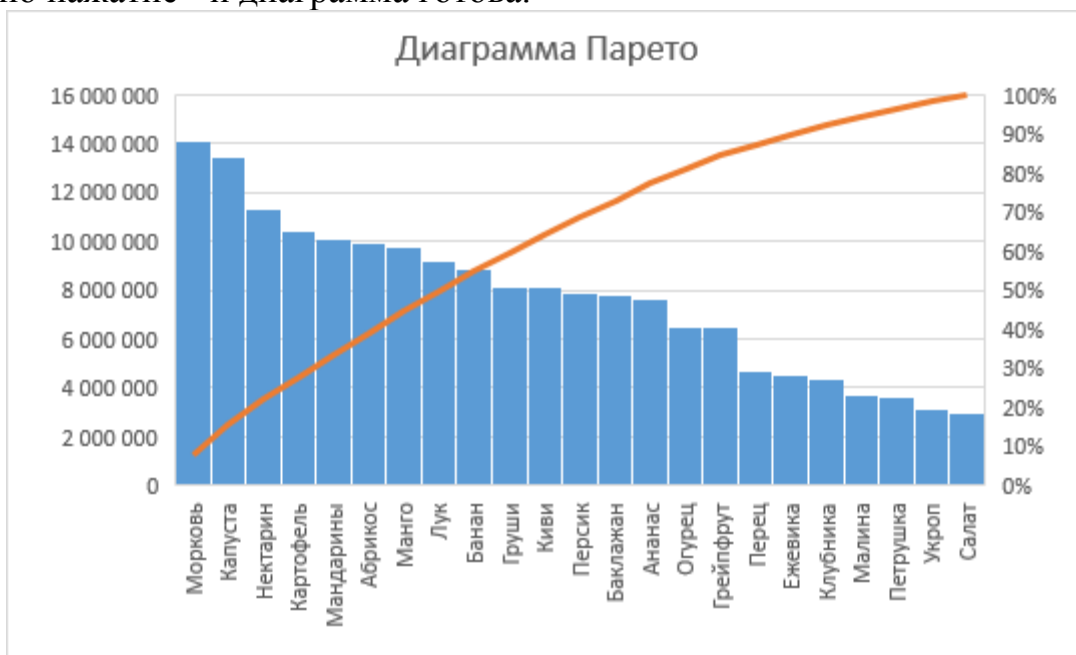
На выходе получим вот такую симпатичную подсветку наилучших товаров:



Начиная с версии Excel 2016 диаграмма Парето была добавлена в стандартный набор диаграмм Excel. Теперь, чтобы ее построить, достаточно просто выделить диапазон и на вкладке **Вставка (Insert)** выбрать соответствующий тип:



Одно нажатие - и диаграмма готова:



Приложение 3

Пример построения контрольной карты Шухарта в Excel

Основных карт- две: карта средних и индивидуальных значений.

Если контролируемый процесс устроен так, что некоторые значения образуют естественные группы, то рекомендуется использовать контрольную карту средних. Исходные данные следует собрать в группы, рассчитав для каждой из них среднее значение и размах (размах – разность между максимальным и минимальным значением в группе; рис. 1).

	A	B	C	D	E	F	G
1	№	Значения в выборке				Среднее,	Размах,
2	выборки	1	2	3	4	$\bar{X}$	R
3	1	5	4	12	8	7,25	8
4	2	8	14	10	16	12,00	8
5	3	11	3	14	2	7,50	12
6	4	11	5	2	6	6,00	9
7	5	11	10	8	6	8,75	5
8	6	7	6	6	4	5,75	3
9	7	12	4	7	14	9,25	10
10	8	2	12	13	11	9,50	11
11	9	7	15	3	4	7,25	12
12	10	10	14	6	13	10,75	8
13	11	13	3	2	16	8,50	14
14	12	14	9	12	7	10,50	7
15	13	6	6	13	11	9,00	7
16	14	13	6	13	13	11,25	7
17	15	7	5	11	7	7,50	6
18	16	9	13	4	9	8,75	9
19	17	5	16	8	15	11,00	11
20	18	16	7	14	4	10,25	12
21	19	11	11	5	12	9,75	7
22	20	8	10	10	7	8,75	3
23	21	8	16	3	3	7,50	13

Рис. 1. Исходные данные для построения карты среднего и размаха

Рекомендуется накопить 20–30 средних значений, и уже по ним строить карту. Карта среднего и размаха содержит два графика (рис. 2), на верхнем – карта среднего, на нижнем – карта размаха. На карте среднего отображают средние значения отдельных групп, а также три линии: центральную (среднее средних) и две контрольные границы – верхнюю и нижнюю. Если расчетное значение для нижней границы меньше нуля, эту границу, либо не наносят на карту, либо проводят на отметке ноль. На карте размаха, присутствуют аналогичные данные. Нижняя контрольная граница, как правило отсутствует.

Границы рассчитывают по следующим формулам:

$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$ – верхняя граница карты средних;

$CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}}$ – центральная линия карты средних;

$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$ – нижняя граница карты средних;

$UCL_R = D_4\bar{R}$ – верхняя граница карты размахов;

$CL_R = \bar{R}$ – центральная линия карты размахов;

$LCL_R = D_3 \bar{R}$ – нижняя граница карты размахов.

Здесь $\bar{X}$ – среднее значение в одной выборке, $\bar{\bar{X}}$ – среднее по нескольким значениям средних $\bar{X}$, $\bar{R}$ – среднее по размахам в нескольких выборках, A_2 , D_3 , D_4 – коэффициенты, зависящие от размера выборок n (рис. 3). При построении карты на рис. 2 использованы 30 первых значений.

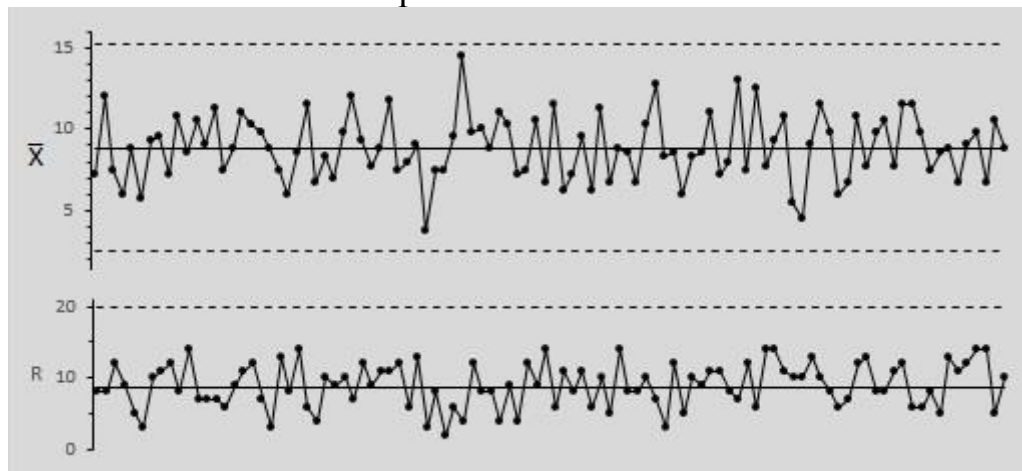


Рис. 2. Карта среднего и размаха; значение D_3 для $n = 4$ отсутствует, поэтому нижней границы на карте размаха нет

	A	B	C	D	E
1	n	A_2	D_3	D_4	d_2
2	2	1,880		3,268	1,128
3	3	1,023		2,574	1,693
4	4	0,729		2,282	2,059
5	5	0,577		2,114	2,326
6	6	0,483		2,004	2,534
7	7	0,419	0,076	1,924	2,704
8	8	0,373	0,136	1,864	2,847
9	9	0,337	0,184	1,816	2,970
10	10	0,308	0,223	1,777	3,078

Рис. 3. Константы для контрольных карт среднего и размаха (A_2 , D_3 , D_4) и индивидуальных значений (d_2)

Если данные образуют некий ряд, не подлежащий группировке, применяются карты индивидуальных значений и скользящего размаха. Они получили название XmR-карт. Скользящий размах есть модуль разности последовательных значений (рис. 4; использованы данные из столбца B на рис. 1).

	А	В
1	Индивидуальное значение	Скользящий размах
2	5	
3	8	3
4	11	3
5	11	0
6	11	0
7	7	4
8	12	5
9	2	10
10	7	5
11	10	3
12	13	3
13	14	1

Рис. 4. Исходные данные для построения XmR-карты

Для XmR-карты границы рассчитывают по следующим формулам:

$UNPL_X = \bar{X} + \frac{3 \cdot \overline{mR}}{d_2}$ – верхняя граница карты средних;

$CL_X = \bar{X}$ – центральная линия карты средних;

$LNPL_X = \bar{X} - \frac{3 \cdot \overline{mR}}{d_2}$ – нижняя граница карты средних;

$UCL_R = D_4 \overline{mR}$ – верхняя граница карты размахов;

$CL_R = \overline{mR}$ – центральная линия карты размахов;

нижняя граница карты размахов отсутствует.

Здесь $\overline{mR}$ – средний скользящий размах, а значения коэффициентов d_2 и D_4 берутся для $n = 2$ (см рис. 3). Почему так? Потому что карта скользящего размаха фактически использует группы из двух последовательных измерений для вычисления размаха. Для расчета всех линий использованы первые 30 значений.

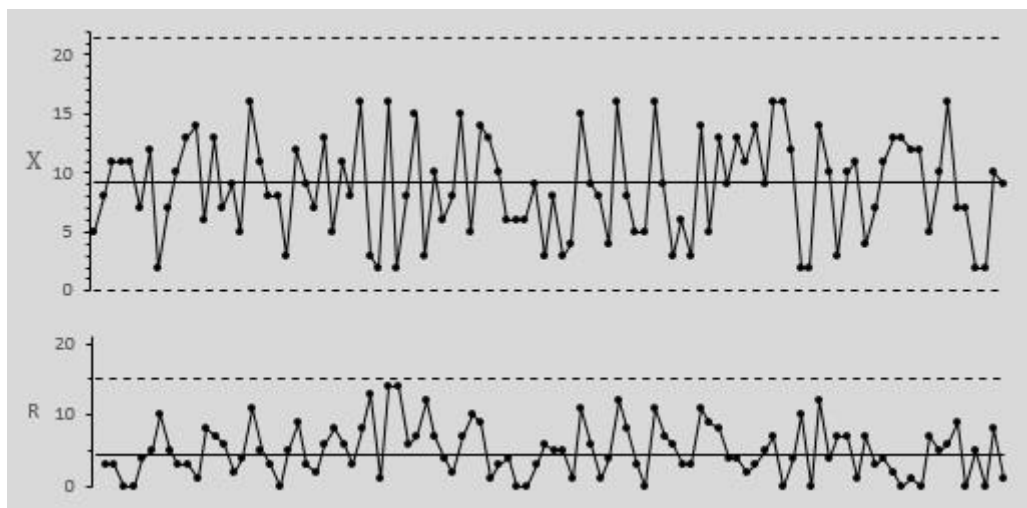


Рис. 5. XmR-карта индивидуальных значений и скользящего размаха

Если сравнить карту средних (рис. 2) и индивидуальных значений (рис. 5), видно, что последняя обладает большей волатильностью, и диапазон между нижней и верхней контрольными границами шире. Это не удивительно, так как

на карте средних используется усреднение по четырем значениям. Если выполнить усреднение по еще большему числу значений, границы станут еще ближе.

Важным моментом при построении контрольных карт является использование двух статистик: средних и размахов. Часто используемый **неверный** способ расчета контрольных границ заключается в том, что используется лишь одна статистика. Например, при построении карты как на рис. 5, использовались бы только индивидуальные значения и их дисперсия. В этом случае границы рассчитывались бы по следующим формулам:

$UNPL_x = \bar{X} + 3\sigma_x$ – верхняя граница карты средних;

$CL_x = \bar{X}$ – центральная линия карты средних;

$LNPL_x = \bar{X} - 3\sigma_x$ – нижняя граница карты средних.

Поскольку при таком подходе используется единая статистика рассеяния, карты размахов в данном случае нет. Вычисление контрольных пределов, основанное на использовании единой статистики рассеяния, приведет к неправильному результату. Подобные вычисления приводят к расширению полосы между контрольными пределами. Правильный путь вычисления контрольных пределов для карты индивидуальных значений всегда должен использовать двухточечные скользящие размахи.

Приложение 4

Диаграмма рассеивания (разброса) в Excel³⁵

В окружающем мире очень много взаимосвязей между объектами, предметами, событиями, отношениями и т.д. Например, между количеством заключенных контрактов и трудовыми затратами, между сбытом и доходами населения, между образованием и уровнем заработной платы, вмешательством государства и состоянием экономики. Каждое из измерений в этих парах можно изучать по отдельности. Как одномерную совокупность. Но реальный результат получается лишь при изучении обоих измерений, взаимосвязи между ними.

При работе с двумерными данными обычно рисуют диаграммы рассеяния. Другие названия – «диаграммы разброса», «точечные диаграммы». Подобные графики показывают значения двух переменных в виде точек. Если в двумерных данных содержатся какие-либо проблемы (выбросы), то их легко будет обнаружить с помощью соответствующей диаграммы разброса.

Диаграмма рассеяния – один из инструментов статистического контроля, анализа. С ее помощью выявляется зависимость и характер связи между двумя разными параметрами экономического явления, производственного процесса. Диаграмма разброса показывает вид и тесноту взаимосвязи между парами данных. К примеру, между:

1. качеством продукта и влияющим фактором;
2. двумя разными характеристиками качества;
3. двумя обстоятельствами, влияющими на качество, и т.п.

Диаграммы рассеяния применяются для обнаружения корреляции между данными. Если корреляционная зависимость присутствует, то установить контроль над наблюдаемым явлением значительно проще.

ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММЫ РАССЕЯНИЯ В EXCEL

Диаграмма разброса представляет наблюдаемое явление в пространстве двух измерений. Если одну величину рассматривать как «причину», влияющую на другую величину, то ей будет соответствовать ось X (горизонтальная ось). Реагирующей на это влияние величине соответствует ось Y (вертикальная ось). Когда четко классифицировать переменные невозможно, распределение производится пользователем.

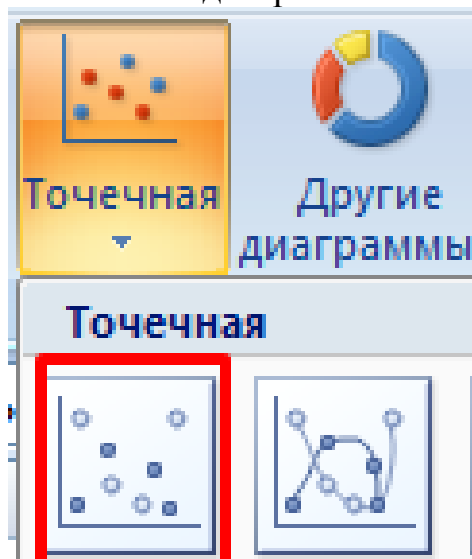
Построим диаграмму рассеяния для небольшой двумерной совокупности данных:

	А	В	С
1	Менеджер	Контакты	Объем продаж
2	Скрипов А.А.	140	126200
3	Бегоцкий Б.Д.	220	182510
4	Рявкин Л.А.	160	141770
5	Агушкин Р.Л.	170	138280

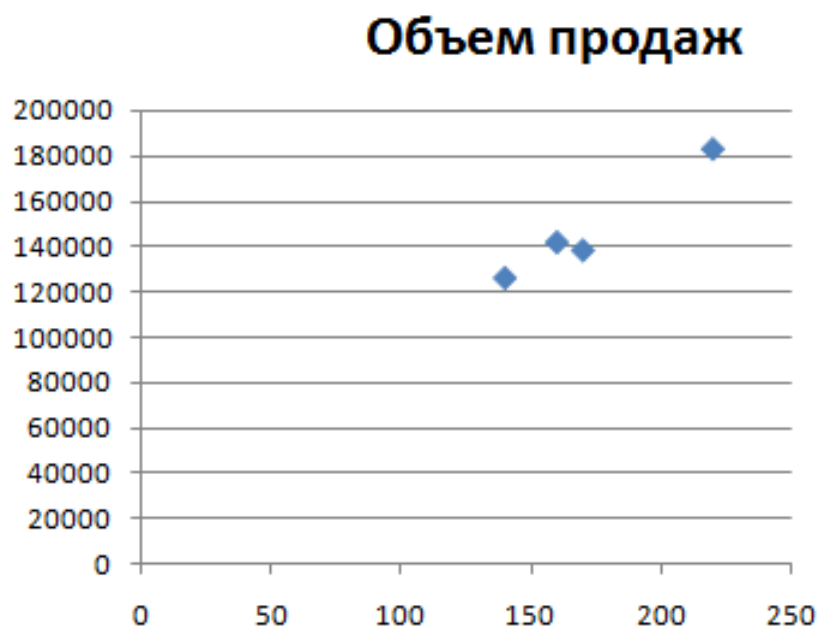
³⁵Диаграмма рассеивания (разброса) в Excel. - <https://exceltable.com/grafiki/diagramma-rasseyaniya>

Предположим, что затраченные усилия каждого менеджера повлияли на результат его работы (так принято считать). Следовательно, число контактов необходимо показать на горизонтальной оси, а продажи (результат затраченных усилий) – на вертикальной.

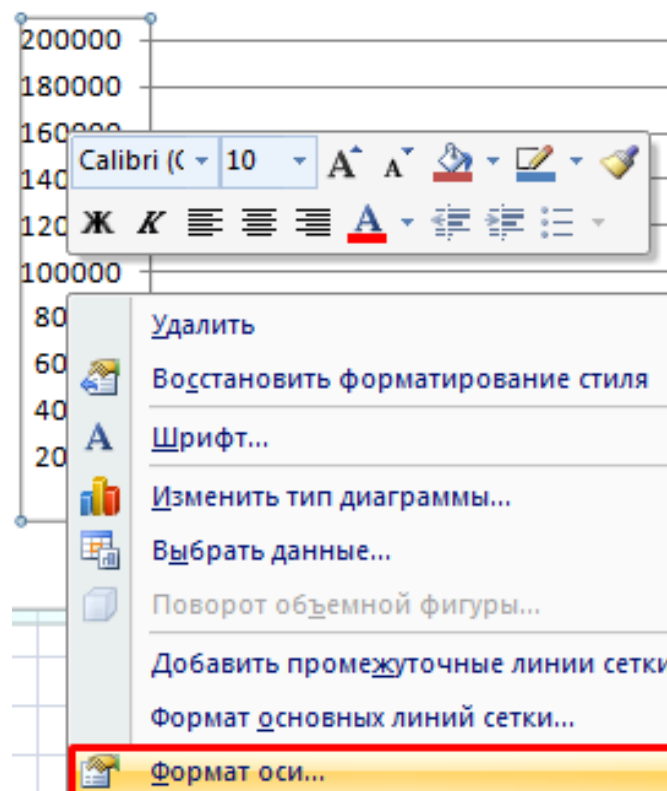
Для построения диаграммы рассеяния в Excel выделим столбцы «Контакты», «Объем продаж» (включая заголовки). Перейдем на вкладку «Вставка» в группу «Диаграммы». Использование данного инструмента анализа возможно с помощью точечных диаграмм:



По умолчанию программа построила диаграмму разброса следующего вида:



Изменим параметры горизонтальной и вертикальной оси, чтобы четыре пары показателей расположились более равномерно в области построения. Щелкнем сначала правой кнопкой мыши по вертикальной оси. Выберем «Формат оси»:



На вкладке «Параметры оси» установим минимальное значение 100 000, а максимальное – 200 000. Показатели объема продаж находятся в этих пределах:

Параметры оси

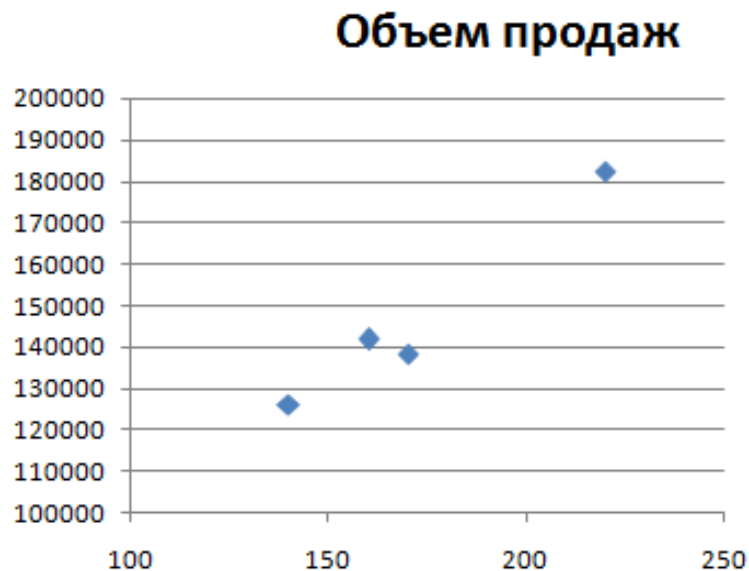
минимальное значение:	☐ авто	☒ фиксированное	100000,0
максимальное значение:	☐ авто	☒ фиксированное	200000,0
цена основных делений:	☒ авто	☐ фиксированное	10000,0
цена промежуточных делений:	☒ авто	☐ фиксированное	2000,0

Минимальное значение для горизонтальной оси X – 100, т.к. ниже этого показателя данных в таблице нет.

Параметры оси

минимальное значение:	☐ авто	☒ фиксированное	100,0
максимальное значение:	☒ авто	☐ фиксированное	250,0
цена основных делений:	☒ авто	☐ фиксированное	50,0
цена промежуточных делений:	☒ авто	☐ фиксированное	10,0

Диаграмма разброса приобрела следующий вид:



Какие можно сделать выводы по данной диаграмме рассеяния:

1. Каждая точка дает представление об объеме продаж и контактах (как об одномерных совокупностях) и о взаимосвязи между этими параметрами.
2. Количество контактов (горизонтальная ось) распределилось в диапазоне 140-220. Типичное значение равно примерно 170.
3. Объемы продаж за анализируемый период (вертикальная ось) находятся в диапазоне примерно от 130 000 до 190 000. Типичное значение равняется приблизительно 150 000.
4. Взаимосвязь между числом контактов и объемом сбыта является положительной, т.к. точки выстроились слева направо снизу вверх. Следовательно, чем больше у менеджера было контактов с клиентами (точки правее), тем больше прибыли организации он дал (точки выше).

Приложение 5

Уолтер Эндрю Шухарт



Уолтер Эндрю Шухарт (Walter Andrew Shewhart) – американский физик, инженер, статистик, преподаватель и консультант в области управления качеством. Этому человека еще называют отцом статистического контроля (управления), так как он произвел, без преувеличения, революцию в подходе к управлению процессами и улучшению качества. Он также известен как соавтора цикла Шухарта-Деминга и автор одного из семи инструментов качества – контрольной карты.

«Все наборы случайных причин не похожи друг на друга в том смысле, что они позволяют нам прогнозировать будущее на основе прошлого»

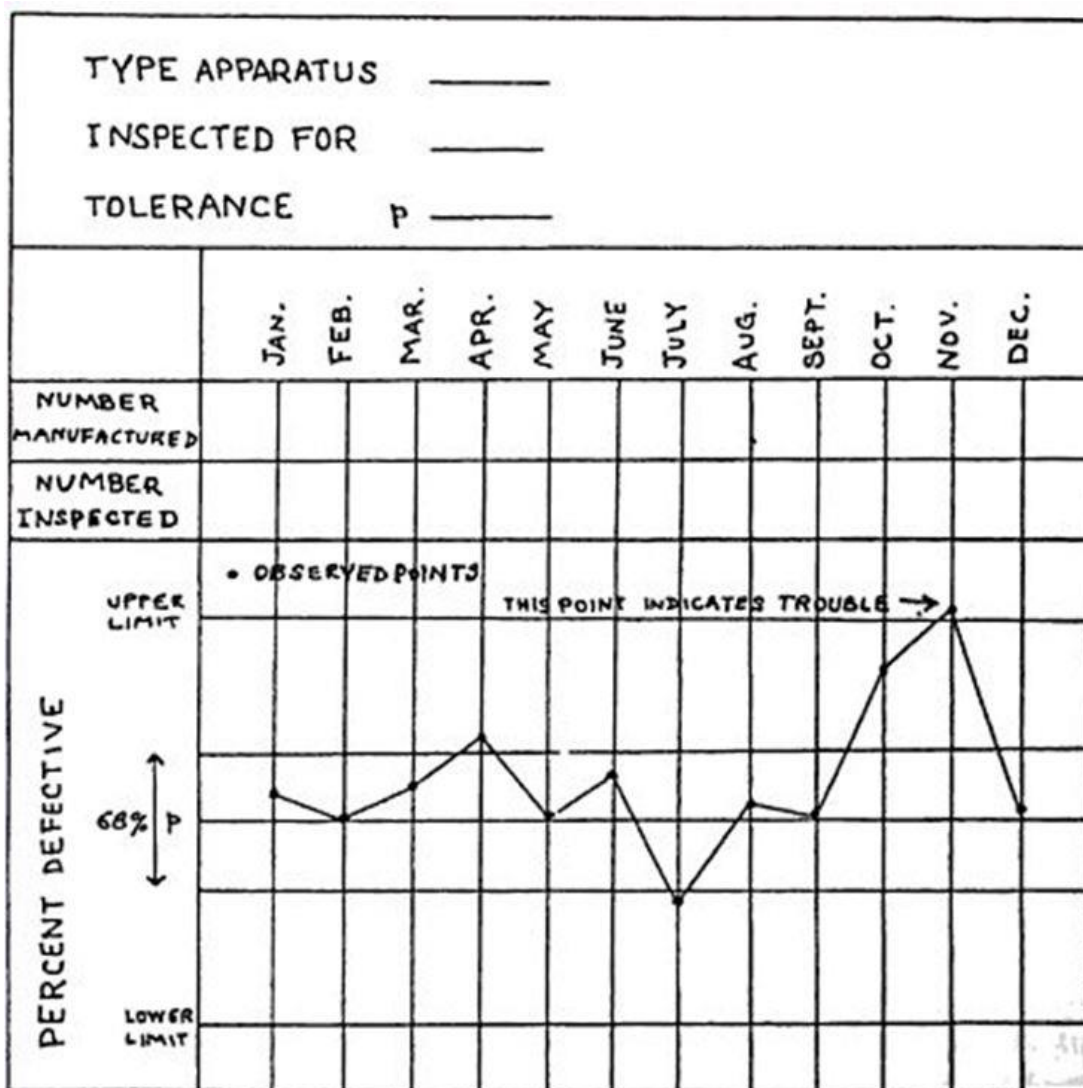
«В природе существуют устойчивые наборы случайных причин»

«Возможные причины вариаций могут быть найдены и устранены»

Уолтер Эндрю Шухарт

Основные даты:

- 18 марта 1891 – дата рождения. Место рождения: Нью Кэнтон, Иллинойс, США.
- 1910 – поступил в Иллинойский университет в Урбане-Шампейне. Впоследствии он успешно получил степень бакалавра, а после магистра физики.
- 1917 – получил степень доктора физики в Калифорнийском университете в Беркли.
- 1918 – начал трудовую деятельность инженером в Western Electric Company (подразделение AT&T).
- 1924 – опубликовал статью “Some Applications of Statistical Methods to the Analysis of Physical and Engineering Data” в журнале Bell System Technical Journal. Это первая опубликованная работа Уолтера Шухарта, посвященная статистическому контролю. В сопроводительном письме своему руководителю он разместил контрольную карту:



- 1925 – начал работу в Bell Telephone Research Laboratories (другое подразделение AT&T), где проработал до выхода на пенсию в 1956 году.
- 1926-1929 – опубликовал еще 10 статей про контрольные карты и статистическое управление процессами в журнале Bell System Technical Journal.

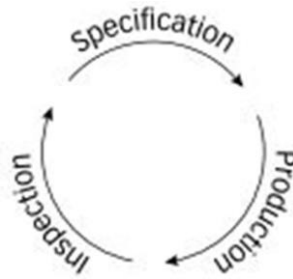
Как позже говорил Дж. Джуран: “Демонстрируя блестящий инструмент (контрольную карту), Шухарт был чересчур непрактичен и непонятен. Он никогда не был на предприятии до этого и совершенно не представлял внутренние процессы.”

- 1927 – познакомился с Уильямом Эдвардом Демингом.
- 1930 – преподавал прикладную статистику в Технологическом институте Стивенс в Хобокене, Нью-Джерси.
- 1931 – опубликовал отчет о применении контрольных карт и свою первую книгу – “Economic control of quality of manufactured product” (Экономическое управление качеством промышленной продукции).
- 1932 – провел цикл лекций в Университетском колледже Лондона.
- 1933 – контрольные карты Шухарта были приняты и адаптированы Американским обществом испытательных материалов (ASTM). В этом же году опубликованы 2 статьи в журнале Econometrica.

- 1934 – опубликована статья “Some Aspects of Quality Control” в журнале Mechanical Engineering.
- 1939 – издана вторая книга У. Э. Шухарта – “Statistical method from the viewpoint of quality control” (Статистический метод с точки зрения контроля качества)". Идеи У. Шухарта, изложенные в его работах, послужили основой и дали импульс для широкого применения статистических методов в управлении качеством.
- 1941-1945 – контрольные карты Шухарта предписаны военными стандартами Z1.1-1941, Z1.2-1941 и Z1.3-1942. Сам Шухарт часто привлекался в качестве консультанта в военный департамент США и Организацию Объединенных Наций.
- 1941-1948 – работает в консультативном комитете Принстонского математического факультета.
- 1942-1949 – участник Совета Американской Ассоциации Содействия развитию науки (American Association for the Advancement of Science).
- 1943-1965 г. - был редактором серии Математической Статистики Джона Вили и Сыновей (Mathematical Statistics Series of John Wiley and Sons).
- 1944-1946 – состоял в Национальном исследовательском совете.
- 1945 – занял пост президента Американской ассоциации статистики (American Statistical Association).
- 1946 – участвовал в основании Американского общества контроля качества, позже переименованного в Американское общество качества (American Society for Quality). Стал его первым почетным членом.
- 1947-1948 – путешествует по Индии, проводит конференции и распространяет интерес к статистическому контролю качества среди промышленников страны.
- 1954 – стал Почетным профессором Рутгерского университета (Rutgers University).
- 1954 – награжден медалью Холли (Holley Medal) Американским Обществом Инженеров-механиков.
- 1954 – посетил Индию в качестве гостя Индийского статистического института.
- 1962 – последний визит в Индию для получения степени Почетного Доктора.
- 11 марта 1967 – дата смерти. Место: Трой Хиллз, штат Нью-Джерси, США.

Наиболее значимые идеи:

- У. Э. Шухарт впервые предложил циклическую модель, которая разделяет управление качеством на стадии:



- Цикл Шухарта:
 - Разработка Спецификации (техническое задание, технические условия, допуски).
 - Производство Продукции, удовлетворяющей спецификации.
 - Проверка (контроль) произведенной продукции для оценки ее соответствия спецификации.
- Цикл Шухарта лег в основу PDCA (Plan-Do-Check-Act или Планируй-Делай-Проверяй-Воздействуй).
- Статистический контроль – концепция управления производственными процессами, которая позволяет повысить качество за счет уменьшения изменчивости (вариабельности) процесса.
 - Любые процессы и их результаты подвержены вариабельности (изменчивости).
 - Контрольные карты Шухарта позволяют разделить все причины вариабельности на две категории: случайные и специальные причины.
 - Первая категория обусловлена наличием большого количества различных случайных факторов, а вторая – наличием отдельных особых причин.
 - Специальные причины можно выявить и устранить, благодаря чему удастся повысить качество и выход годных изделий.
- Контрольная карта Шухарта состоит из следующих элементов:
 - центральной линии;
 - графика хода самого процесса;
 - верхнего и нижнего контрольных пределов.
- Если все точки находятся между верхним и нижним контрольным пределом, то специальные причины отсутствуют, и процесс является статистически управляемым (стабильным).
- Если есть точки, которые выходят за верхний или нижний контрольные пределы, то присутствуют специальные причины вариабельности.
- Для производства или бизнеса это означает, чем стабильнее процесс, тем выше его качество и тем меньше различного рода издержек на исправление ошибок, брака, аварий, потерь времени и т.д.
- Способ расчета контрольных пределов:
- В качестве контрольных пределов Шухарт предложил использовать границы на уровне $\pm 3\sigma$. Основаниями для применения таких пределов он считал эмпирическое подтверждение эффективности этих пределов при работе с реальными данными.

- Также немаловажен предложенный Шухартом алгоритм расчета контрольных пределов на основе эмпирических коэффициентов – к примеру, для карты средних и размахов ($\bar{X}$ -R), – который существенно упростил применение данного инструмента в цеху.

Основные труды:

1931 г. «Economic Control of Quality of Quality of Manufactured Product»

1939 г. «Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control»

Ссылки:

Медаль Шухарта - <http://www.asq.org/about-asq/awards/shewhart.html>

Википедия о Шухарте - http://en.wikipedia.org/wiki/Walter_A._Shewhart

http://ru.wikipedia.org/wiki/Уолтер_Шухарт

Учебное текстовое электронное издание

Кузнецова Нина Владимировна

ИНСТРУМЕНТАРИЙ КАЧЕСТВА

Учебное пособие

3,87 Мб

1 электрон. опт. диск

г. Магнитогорск, 2020 год

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Адрес: 455000, Россия, Челябинская область, г. Магнитогорск,
пр. Ленина 38

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»

Кафедра менеджмента

Центр электронных образовательных ресурсов и
дистанционных образовательных технологий

e-mail: ceor_dot@mail.ru