

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра систем управления и информационных технологий в строительстве

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ по дисциплине

«Средства и методы управления качеством»

для студентов очного и заочного отделения, направления 27.03.02 Управление
качеством профиль: Энергетический менеджмент в строительстве и
промышленности

Часть 1

Воронеж 2021

УДК 005.6(0.034.4) (075.8)

ББК У28Ш252

Составители:

канд. техн. наук И.В. Поцбнева

Средства и методы управления качеством: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Средства и методы управления качеством» для студентов направления 27.03.02 Управление качеством профиль: Энергетический менеджмент в строительстве и промышленности / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: И.В. Поцбнева - Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. - 35 с.

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Средства и методы управления качеством» разрабатывались на основе требований ФГОС с опорой на научные принципы формирования содержания образования. Данное пособие отражает актуальные направления 27.03.02 Управление качеством профиль: Энергетический менеджмент в строительстве и промышленности.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле ЛР_СиМУК_ч1

Ил. 3. Табл. 7. Библиогр.: 6 назв.

УДК 005.6(0.034.4) (075.8)

ББК У28Ш252

Рецензент - И. В. Фатеева, канд. экон. наук, доцент кафедры инноватики и строительной физики имени профессора И.С. Суровцева Воронежского государственного технического университета

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

Содержание

Лабораторная работа №1 «Построение диаграммы Парето по результатам контроля качества продукции»	4
Лабораторная работа №2 «Построение причинно-следственной диаграммы Исикавы – "рыбья кость" по результатам контроля качества продукции»	10
Лабораторная работа №3 «Методы описательной статистики»	18
Библиографический список	27
Приложение Б. Данные для построения диаграммы Парето	28
Приложение В. Данные для построения гистограмм	30

Лабораторная работа №1 «Построение диаграммы Парето по результатам контроля качества продукции»

Цель работы – приобретение навыков построения диаграммы Парето.

Основные теоретические положения

Диаграмму Парето иногда называют «80/20», так как в ней находит отражение известный принцип статистики: 80% качественной продукции связано всего с 20% всех возможных причин.

В 20-х годах для нужд экономики итаलो-американский экономист Вильфредо Парето разработал столбчатую диаграмму, с помощью которой определил распределение финансовых ценностей в различных слоях населения. Выяснилось, что 20 % населения обычно владеют 80% богатств. Делая более широкое обобщение, он получил эмпирическое правило, из которого, в частности следует, что 20% сотрудников составляют 80 % общего числа прогульщиков, 20% потребителей делают 80 % покупок и т.д. Таким образом, удалось выяснить, что максимальный эффект дает ограниченное множество факторов, и большое множество факторов оказывает минимальный эффект.

Разработанную Парето столбчатую диаграмму Лоренц преобразовал в кумулятивную (накопленную) кривую, а японский менеджер Джуран предложил использовать обе диаграммы совместно в вопросах и задачах обеспечения качества.

Различают два вида диаграмм Парето:

по результатам деятельности – служат для выявления главной проблемы и отражают нежелательные результаты деятельности (например, отказы, дефекты и т.п.);

по причинам (факторам) – отражают причины проблем, которые возникают в ходе производства (например, оборудование, сырье и т.д.) и выявляют главную из них

Рекомендуется строить много диаграмм Парето, используя различные способы классификации, как результатов, так и причин, приводящих к этим результатам. Лучшей следует считать такую диа-

грамму, которая выявляет немногочисленные, наиболее важные факторы, в чем и состоит цель анализа Парето.

Диаграмму Парето применяют вместе с причинно-следственной диаграммой.

Рекомендуется строить много диаграмм Парето, используя различные способы классификации, как результатов, так и причин, приводящих к этим результатам. Лучшей следует считать такую диаграмму, которая выявляет немногочисленные, наиболее важные факторы, в чем и состоит цель анализа Парето.

Для выявления наиболее существенных параметров, влияющих на процесс, применяют так называемый ABC-анализ, при котором согласно правилу 20 – 80 % рабочая зона оси абсцисс делится на три зоны: зону А – наибольшего влияния, которая составляет приблизительно 20 % от общего числа рассматриваемых параметров, в том числе «прочие», зону В – промежуточную, которая составляет приблизительно 20 % от оставшихся после выделения зоны А параметров, и зону С – наименьшего влияния. ABC-анализ можно провести и по виду кривых Лоренца и Парето. Такое разбиение позволяет выявить те параметры, на которые следует обратить внимание и предпринять меры, для улучшения процесса, а также те параметры, которые можно исключить из рассмотрения в вопросе улучшения процесса, в виду их незначительного влияния на процесс.

Кроме выявления и ранжирования факторов по их значимости, диаграмма Парето с успехом применяется для наглядной демонстрации эффективности тех или иных мероприятий в области обеспечения качества. Достаточно построить и сравнить две диаграммы Парето до и после реализации каких-либо мероприятий.

Таким образом, Диаграмма Парето обеспечивает простой графический метод классификации причин от наиболее до наименее важных.

План действий:

1. Определить проблему, которую надлежит решить.
2. Учесть все факторы (признаки), относящиеся к исследуемой проблеме.
3. Выявить первопричины, которые создают наибольшие трудности, собрать по ним данные и проранжировать их.
4. Построить диаграмму Парето, которая объективно представит фактическое положение дел в понятной и наглядной форме.
5. Провести анализ диаграммы Парето.

6. Решить какие проблемы (причины проблем) надлежит исследовать, какие данные собирать и как их классифицировать.

7. Разработать формы для регистрации исходных данных (например, контрольный листок).

8. Собрать данные, заполнив формы, и подсчитать итоги по каждому исследуемому фактору (показателю, признаку).

9. Для построения диаграммы Парето подготовить бланк таблицы, предусмотрев в нем графы для итогов по каждом проверяемому фактору в отдельности, накопленной суммы числа проявлений соответствующего фактора, процентов к общему итогу и накопленных процентов.

10. Заполнить таблицу, расположив данные, полученные по проверяемому фактору, в порядке убывания значимости.

Этапы построения диаграммы Парето.

Этап 1

Предполагается, что на данном этапе мы уже имеем результаты всех предыдущих шагов по решению проблем: формулировка и постановка проблемы, анализ ее, сбор необходимых данные и фиксация их в контрольных листках.

Для построения диаграммы необходимо разработать бланк таблицы, в которую заносят:

1. Типы (признаки, проблемы) случаев, данные необходимо располагать в убывающем порядке – в начале таблицы тип события, имеющий наибольшее количество повторений, в конце таблицы – наименьший;

2. Типы с небольшим количеством случаев объединяются в общую и называются прочие или другие для уменьшения трудоемкости построения диаграммы в связи с тем, что о ни не оказывают существенного влияния на конечное качество выполняемых работ и услуг;

3. Количество появлений (повторений) каждого типа;

4. Накопленная сумма числа каждого типа (с нарастающим итогом: к числу предыдущего типа прибавляется следующее);

5. Процент числа по каждому признаку в общей сумме;

6. Накопленный процент (с нарастающим итогом).

В таблице следует подсчитать общую сумму количества случаев по всем типам (признакам). Пример представлен в [таблице 1](#).

Таблица 1 – Пример таблицы данных для построения диаграммы Парето

№ п/п	Типы дефектов	Сумма (Число дефектов)	Накопленная сумма	Процент по каждому признаку в общей сумме	Накопленный процент
1	Деформация	104	104	52	52
2	Царапины	42	146	21	73
3	Раковины	20	166	10	83
4	Трещины	10	176	5	88
5	Пятна	6	182	3	91
6	Разрыв	4	186	2	93
7	Прочие	14	200	7	100
	Итого	200	–	100	–

Этап 2

Далее необходимо начертить одну горизонтальную и две вертикальные оси одной длины:

1. Вертикальные оси

– Левая ось с интервалами от 0 до общей суммы количества случаев, в предложенном примере от 0 до 200;

– Правая ось с интервалами от 0 до 100.

Уровню общей суммы количества случаев должен соответствовать уровень 100% на правой оси.

2. Горизонтальная ось. Интервалы на ней должны быть одинаковыми и соответствовать числу случаев, указанных в таблице (в предложенном примере – 7).

Этап 3

Строится столбиковая диаграмма по значениям типов (признаков) случаев по левой вертикальной оси откладываются количество случаев.

Этап 4

Строится кумулятивная кривая (кривая Парето)

Этап 5

Для этого нанесите на диаграмму точки накопленных сумм для каждого интервала. Положение точки соответствует: по горизонтали – правой границе интервала, по вертикали – величине суммы коэффициентов значений факторов (групп факторов), лежащих левее рассматриваемой границы интервала. Соедините полученные точки отрезками прямых.

Определяется область принятия первоочередных мер.

На уровне 80% итоговой суммы проведите горизонтальную линию от правой оси диаграммы до кумулятивной кривой. Из точки пересечения опустите перпендикуляр на горизонтальную ось. Этот перпендикуляр разделяет факторы (группы факторов) на значимые (располагаются слева) и незначительные (располагаются справа).

Выпишите значимые факторы для принятия первоочередных мер.

Перпендикуляр, разделяющий факторы на значимые и незначительные, далеко не всегда проходит рядом с границей, разделяющей факторы. В связи с этим возникает вопрос: стоит ли включать фактор, в интервал которого попал перпендикуляр, в список первоочередных для принятия мер? Стоит руководствоваться правилом – если перпендикуляр проходит по центру или правее центра интервала, то фактор необходимо включать в список первоочередных, если левее, можно не включать. Пример построения диаграммы Парето представлен на [рисунке 1](#).

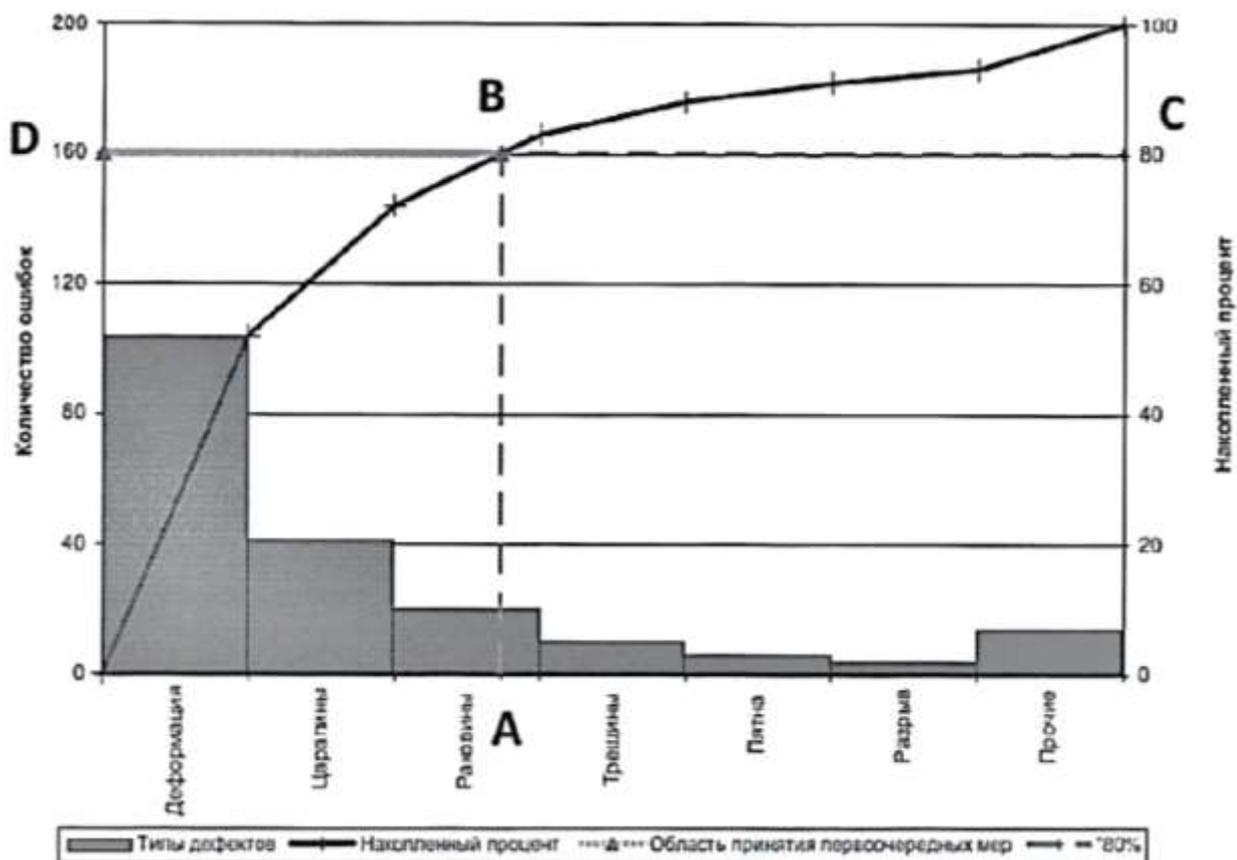


Рисунок 1 – Диаграмма Парето

Этап 6

На диаграмме располагаются все обозначения и надписи.

Надписи, касающиеся диаграммы (название, разметка числовых значений на осях, наименование контролируемого изделия (события), имя составителя диаграммы).

Надписи, касающиеся данных (период сбора информации, объект исследования и место его проведения, общее число объектов контроля).

План выполнения лабораторной работы

Работа выполняется каждым обучающимся индивидуально в письменной форме в следующей последовательности:

- 1 Ознакомиться с основными теоретическими положениями.
- 2 Получить у преподавателя вариант индивидуального задания ([приложение Б](#)).
- 3 Произвести необходимые расчеты и построить диаграмму Парето.
- 4 Провести анализ полученных данных. Сделать выводы.
- 5 Ответить на контрольные вопросы.
- 6 Оформить отчет о выполнении лабораторной работы. Отчет должен содержать:
 - тему и цель лабораторной работы;
 - результаты проведенных расчетов с обоснованием принятых решений;
 - анализ полученных результатов;
 - выводы. В выводах должны быть обобщены результаты всей проделанной работы.

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

- 1 Назначение и область применения диаграммы Парето.
- 2 Классификация результатов (или причин).
- 3 В каких случаях применяют диаграмму Парето?
- 4 Что такое принцип Парето?
- 5 Виды диаграмм Парето.
- 6 С чего начинается построение диаграммы Парето?
- 7 Назначение ABC – анализа.
- 8 Как можно проверить эффективность проведенных мероприятий в области обеспечения качества с помощью диаграмм Парето?

Задания для самостоятельной работы

В рамках самостоятельной работы обучающимся необходимо на основании изученных основных теоретических положений пройти в СУО «Moodle» тест по теме «Диаграмма Парето».

Лабораторная работа №2 «Построение причинно-следственной диаграммы Исикавы – "рыбья кость" по результатам контроля качества продукции»

Цель работы – изучение метода выявления и анализа причин возникновения несоответствующих результатов процессов, а также приобретение навыков построения и анализа причинно-следственной диаграммы.

Основные теоретические положения

Результат процесса построения причинно-следственной диаграммы Исикавы зависит от многочисленных факторов, между которыми существуют отношения типа «причина-результат». Структуру или характер этих многофакторных отношений можно определить благодаря систематическим наблюдениям. Трудно решить сложные проблемы, не зная этой структуры, которая представляет собой цепь причин и результатов. Диаграмма причин и результатов – средство, позволяющее выразить эти отношения в простой и доступной форме.

Эта диаграмма позволяет проводить поиск причин дефектов *без риска упустить какую-нибудь из них*. В настоящее время диаграмма используется во всем мире и известна как диаграмма Исикавы.

В 1953 г. профессор Токийского университета Каори Исикава, обсуждая проблему качества на одном заводе, суммировал мнение инженеров в форме диаграммы причин и результатов. Она получила название «схема Исикавы» (по внешнему виду она напоминает разветвленное дерево, а в Японии ее часто называют “рыбий скелет”, «рыбья кость» или диаграмма “речных притоков” за некоторое внешнее сходство). Она нашла широкое распространение во многих фирмах Японии и была включена в японский промышленный стандарт по терминологии в области контроля качества.

Диаграмма представляет собой средство графического упорядочения факторов, влияющих на объект анализа ([рисунок 1](#)). Главным достоинством диаграммы Исикавы является то, что она даёт наглядное представление не только о тех факторах, которые влияют на изучаемый объект, но и о причинно-следственных связях этих факторов. В основе построения диаграммы лежит определение (постановка) задачи, которую необходимо решать.

Диаграмма причин и результатов (диаграмма Исикавы) – диаграмма, которая показывает отношение между показателем качества и воздействующими на него факторами.

При вычерчивании причинно-следственной диаграммы Исикавы самые значимые параметры и факторы располагают наиболее близко к голове «рыбьего скелета». Построение начинают с того, что к центральной горизонтальной стрелке, изображающей объект анализа, подводят большие первичные стрелки, обозначающие главные факторы (группы факторов), влияющие на объект анализа. Далее к каждой первичной стрелке подводят стрелки второго порядка, к которым, в свою очередь, подводят стрелки третьего порядка и т.д. до тех пор, пока на диаграмму не будут нанесены все стрелки, обозначающие факторы, оказывающие заметное влияние на объект анализа в конкретной ситуации. Каждая из стрелок, нанесённая на схему, представляет собой в зависимости от её положения либо причину, либо следствие: предыдущая стрелка по отношению к последующей всегда выступает как причина, а последующая – как следствие.

Наклон и размер не имеют принципиального значения. Главное при построении схемы заключается в том, чтобы обеспечить правильную соподчинённость и взаимозависимость факторов, а также чётко оформить схему, чтобы она хорошо смотрелась и легко читалась. Поэтому независимо от наклона стрелки каждого фактора его наименование всегда располагают в горизонтальном положении, параллельно центральной оси.

Для построения причинно-следственной диаграммы необходимо подобрать максимальное число факторов, имеющих отношение к характеристике, которая вышла за пределы допустимых значений. При этом рекомендуется использовать формулы:

«4М» = material (материал) + machine (машина) + man (человек) + method (метод);

«5М» = «4М» + milieu (среда);

«6М» = «5М» + monitoring (контроль).

Когда решается задача анализа возможных причин, ответственных за тот или иной дефект или проблему, целесообразно рассматривать эти причины не хаотично, а определенным образом упорядочить, провести их классификацию, выявить максимально возможное их количество. И при этом очень важно обеспечить наглядность, т.е. ситуацию, при которой все причины и их отношение к результату постоянно находились бы в поле зрения.

Объектами исследования с помощью диаграмм причин и результатов могут быть: появление дефектности изделий, увеличение расходов на устранение брака, падение спроса на продукцию на рынке, рост заболеваемости или травматизма персонала и т.д.

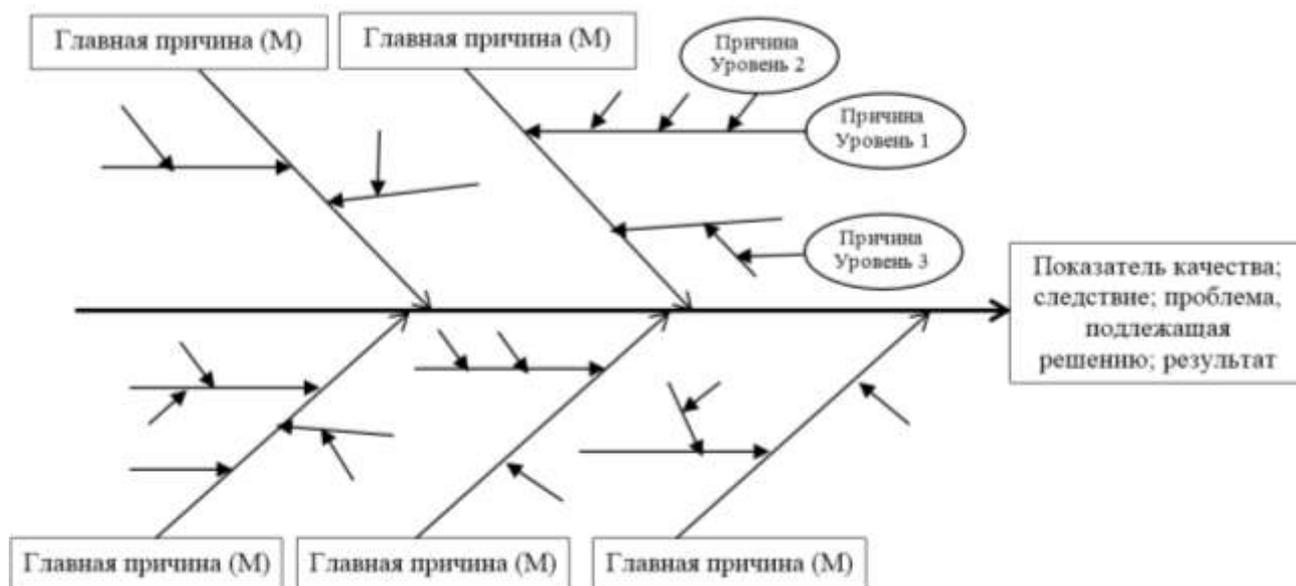


Рисунок 1 – Причинно-следственная диаграмма

Определение цели

На этом этапе для исследования выбирают или производственную проблему, или один из показателей качества, который содержит тот или иной дефект.

Целесообразно, чтобы этому выбору предшествовало построение диаграммы Парето по результатам и определение существенных дефектов, которые обуславливают наибольшие производственные (в частности финансовые) потери. Тогда в качестве проблемы или объекта исследования будет выступать один из этих дефектов (как правило, тот, который обуславливает максимальные убытки).

Желательно, чтобы анализируемую проблему можно было выразить количественно или выбрать наиболее подходящий параметр, который в большей степени ее отражает.

Этапы построения причинно-следственной диаграммы

При построении диаграммы Исикавы рекомендуется придерживаться следующего порядка действий:

1. Определите перечень показателей качества (видов неудач, дефектов, брака), которые следует проанализировать.
2. Выберите один показатель качества и напишите его в середине правого края чистого листа бумаги. Слева направо проведите

прямую линию, которая будет представлять собой «хребет» будущей диаграммы Исикавы. Диаграмму можно строить по горизонтали, поместив «голову рыбы», т.е. показатель качества, справа или слева и размещая влияющие факторы вдоль «хребта рыбы». Можно строить ее и в виде дерева, по вертикали, размещая исследуемый показатель внизу.

3. Запишите главные причины, влияющие на показатель качества;

Примечание: Рекомендуется воспользоваться мнемоническим приёмом 4М ... 6М при определении этих главных причин.

4. Соедините линиями («большими костями») главные причины с «хребтом», расположив основные на этих главных причин ближе к голове «рыбьего скелета».

5. Определите и запишите вторичные причины для уже записанных главных причин.

Примечание: Используйте метод «мозговой атаки» для выявления вторичных возможных причин выбранной проблемы качества.

6. Соедините линиями («средними костями») вторичные причины с «большими костями».

7. Проверьте логическую связь каждой причинной цепочки.

8. Нанесите всю необходимую информацию (надписи) и проверьте законченность составленной причинно-следственно диаграммы Исикавы.

Несмотря на относительную простоту, построение диаграммы Исикавы требует от её исполнителей хорошего знания объекта анализа и понимания взаимозависимости и взаимовлияния факторов.

Определение главных факторов

Практика показывает, что для любого производства чаще всего число главных факторов, или факторов первого порядка, которые изначально влияют на рассматриваемый показатель качества, улучшая или ухудшая его, определяется правилом «5М»:

- менеджер (человек);
- машина;
- метод;
- материал;
- медиум (среда).

В отдельных случаях главные факторы могут определяться и иначе в зависимости от особенностей производства. В частности, не исключены ситуации, когда главных факторов может быть и меньше, а иногда их число может быть и больше пяти.

Пример:

Пусть исследуется причина порчи продукции при перевозке ее автотранспортом. Тогда главными факторами, которые обуславливают дефект – порчу продукции – будут:

- менеджер (водитель, сопровождающие лица);
- машина (автомобиль);
- метод транспортировки (манера управления, способы упаковки продукции, скорость транспортировки);
- материал (горюче-смазочные или упаковочные материалы);
- медиум (состояние дорог, погодные условия сроки поставки).

Исследуемый показатель качества и главные факторы наносятся на бумагу, как это показано на [рисунок 2](#).



Рисунок 2 – Пример диаграммы причин и результатов

Выявление вторичных факторов

Безусловно, влияние главных факторов в свою очередь определяется тем, что сами они зависят от каких-то других факторов.

Поэтому после того, как определены главные факторы, выявляются вторичные факторы, влияющие на каждый отдельный фактор из “5М”. Вторичные факторы также наносятся на диаграмму.

В свою очередь факторы второго порядка могут определяться факторами третьего порядка и т.д.

Группировка факторов второго и последующих порядков обычно носит условный характер и зависит от поставленной цели и условий анализа.

Распределение факторов по степени важности

Не все факторы (причины), включенные в диаграмму, будут оказывать сильное влияние на показатель качества. Следует выбрать те из них, которые предположительно оказывают наибольшее воздействие. Это выясняется в процессе анализа, который должны проводить специалисты, хорошо знакомые с проблемой.

Дальнейшая работа будет состоять в том, чтобы на основе наблюдения за реальным процессом, установить действительную связь между исследуемым показателем качества и выбранными факторами (причинами), которые оказывают наибольшее негативное воздействие на него.

При работе с диаграммами Исикавы важно помнить, что если на первоначальной стадии еще до построения диаграммы какой-то влияющий фактор выпал из поля зрения, то он вряд ли появится на более поздних стадиях. Поэтому очень важно привлечь к работе над диаграммой как можно больше людей, непосредственно связанных с рассматриваемой проблемой, чтобы в диаграмме ничего не было упущено.

Весьма полезно привлекать к обсуждению проблемы людей, выполняющих конкретные операции (рабочих, контролеров, операторов и т.д.). Кроме того, иногда целесообразно узнать мнение людей, вовсе не причастных к рассматриваемой проблеме. Их взгляд со стороны порой может дать совершенно неожиданное решение и оригинальные мысли.

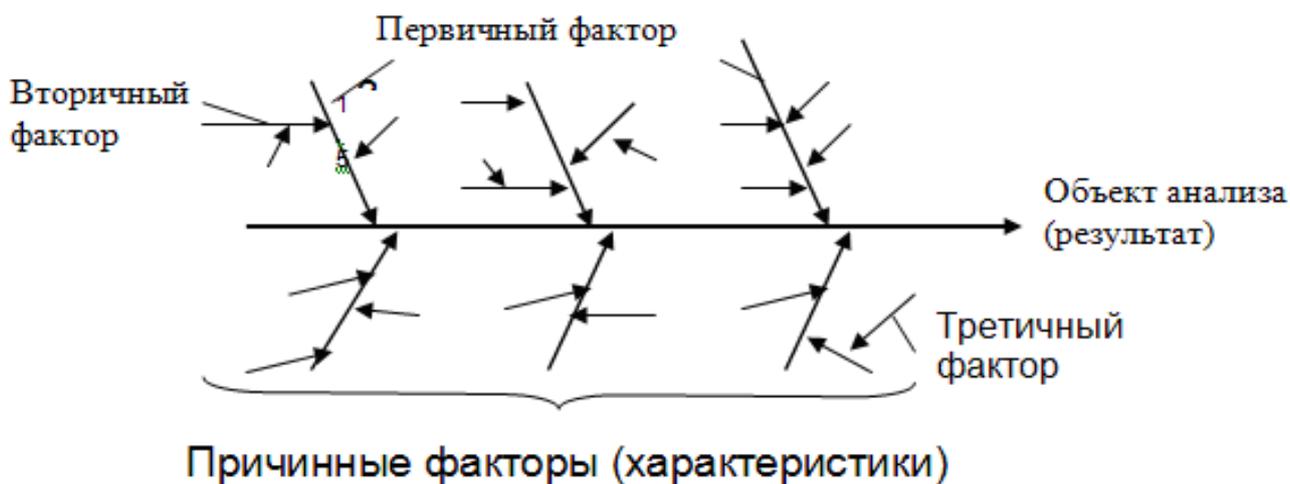
Когда составляется список всевозможных влияющих факторов и затем проводится их распределение по степени важности, весьма полезно с целью генерирования максимально возможного числа идей и сбора мнений различных людей по рассматриваемой проблеме применять метод “мозгового штурма”.

При составлении списка факторов, влияющих на появление дефекта, нельзя отбрасывать ни один из них. Маловероятные факторы могут быть отброшены при последующем анализе, но на схеме они должны быть представлены, чтобы было ясно, что они уже приняты во внимание на каком-то этапе анализа.

В заключение следует подчеркнуть, что построенную диаграмму Исикавы необходимо постоянно совершенствовать, чтобы получить действительно ценную диаграмму, которая поможет в решении и других проблем, могущих возникнуть в дальнейшем в связи с рассматриваемым показателем качества. Кроме того, работа над диа-

граммой, несомненно, повышает квалификацию исследователя и расширяет его знание особенностей технологии производства.

Принцип построения схемы Исикавы показан на [рисунке 3](#).



[Рисунок 3](#) – Принцип построения диаграммы причин и результатов

Формулировка показателя качества должна быть краткой и четкой, иначе если показатель будет сформулирован не конкретно, то будет построена диаграмма, основанная на общих соображениях. Такая диаграмма не даст результатов при решении конкретных проблем.

Диаграмма причин и результатов должна постоянно совершенствоваться в процессе работы с ней.

При анализе причин часто приходится пользоваться другими статистическими методами и, прежде всего – методом расслоения. Полезно использовать для решения проблем диаграмму Парето в сочетании с причинно-следственной диаграммой.

План выполнения лабораторной работы

Академическая группа обучающихся делится на подгруппы. В каждой подгруппе выбирается руководитель. Работа выполняется в следующей последовательности:

- 1 Ознакомиться с основными теоретическими положениями.
- 2 Получить у преподавателя вариант индивидуального задания ([таблица 1](#))
- 3 Провести «мозговой штурм».
- 4 Разработать диаграмму Исикавы.

5 Провести анализ полученной диаграммы. Сделать выводы (предложить меры по повышению качества).

6 Ответить на контрольные вопросы.

7 Оформить отчет о выполнении лабораторной работы. Отчет должен содержать:

- тему и цель лабораторной работы;
- результаты построения причинно-следственной диаграммы;
- анализ полученных результатов;
- выводы. В выводах должны быть обобщены результаты всей проделанной работы.

Таблица 1 – Варианты заданий

№ варианта	Тема диаграммы
1	Поражение спортсмена
2	Плохая причёска
3	Плохой отпуск
4	Опоздание на занятия
5	Плохое обслуживание в магазине
6	Ошибки в учебнике
7	Оценка «Неудовлетворительно» на экзамене
8	Низкое качество фотографий
9	Поражения в спортивных матчах
10	Безопасность продуктов питания

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

- 1 Назначение причинно-следственной диаграммы.
- 2 Область применения причинно-следственной диаграммы.
- 3 Поясните порядок построения диаграммы.
- 4 Что означают «мелкие, средние, крупные кости»?
- 5 Что понимается под показателем качества?
- 6 Порядок проведения «мозгового штурма».
- 7 Состав участников «мозгового штурма».

Задания для самостоятельной работы

В рамках самостоятельной работы обучающимся необходимо на основании изученных основных теоретических положений пройти в СУО «Moodle» тест по теме «Диаграмма Исикавы».

Лабораторная работа №3 «Методы описательной статистики»

Цель работы – ознакомление с показателями описательной статистики.

Основные теоретические положения

Основные показатели описательной статистики

Статистическая информация представляется совокупностью данных, для характеристики которых используются разнообразные показатели, называемые **показателями описательной статистики**. Уровень образования, прожиточный минимум, дифференциация доходов населения, среднее число детей в семье, средний курс доллара и мера его колебания за определенный интервал времени, таблицы продолжительности жизни, наиболее часто встречающийся счет в чемпионате России по футболу – все это показатели описательной статистики.

Показатели описательной статистики можно разбить на несколько групп.

1. **Показатели положения** описывают положение данных на числовой оси. Примеры таких показателей – минимальный и максимальный элементы выборки (первый и последний члены вариационного ряда), средняя арифметическая, структурные средние (мода, медиана) и другие характеристики.

2. **Показатели вариации** описывают степень разброса данных относительно своего центра. К ним в первую очередь относятся: дисперсия, стандартное отклонение, коэффициент вариации, размах выборки и т. п. Эти показатели определяют, насколько кучно основная масса данных группируется около центра.

3. **Показатели, описывающие закон распределения**, дают представление о законе распределения данных. Сюда относятся *таблицы частот, кумуляты, гистограммы*.

На практике, а также при использовании семи статистических инструментов контроля чаще всего используются следующие показатели положения (*средняя арифметическая, медиана, мода*) и показатели вариации (*дисперсия, стандартное отклонение, коэффициент вариации, размах*).

Показатели положения

При изучении особенностей статистического распределения прежде всего, следует найти его центральное значение, т.е. средний уровень. Для характеристики центра распределения применяются показатели, получившие название *средних величин*. Средние величины в статистическом понимании – это обобщающий показатель совокупности однотипных явлений по какому-либо количественному признаку.

Цель определения средних величин – получить сводный показатель, описывающий данную совокупность в целом. При этом вместо совокупности признаков получается один показатель, используемый для дальнейшего анализа.

Самый распространенный вид средних – средняя арифметическая: простая или взвешенная.

Средняя арифметическая для простого ряда:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_i x_i.$$

Средняя арифметическая взвешенная определяется из следующего выражения:

$$\bar{x} = \frac{\sum_i x_i f_i}{\sum_i f_i},$$

где f_i – веса, в роли которых могут выступать частоты.

В формулах средней арифметической взвешенной, рассчитываемой для интервального вариационного ряда, в качестве x принято брать середину интервала, исходя из предположения о равномерном распределении единиц совокупности на данном интервале. Середина интервала определяется как полусумма значений его нижней и верхней границ (при условии, что верхняя граница данного интервала совпадает с нижней границей следующего интервала).

Расчет средней арифметической по данным ряда распределения имеет свои особенности. Проиллюстрируем эти особенности по данным группировки в [таблице 1](#).

Таблица 1 – Расчет среднего производственного стажа работников на основе ряда распределения

Стаж, лет	Число работников f	Середина интервала x	xf
1–4	4	2,5	10,0
4–7	5	5,5	27,5
7–10	2	8,5	17,0
Итого	11	–	54,5

В данном случае используется формула средней арифметической взвешенной.

$$\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f} = \frac{2,5 \cdot 4 + 5,5 \cdot 5 + 8,5 \cdot 2}{4 + 5 + 2} = \frac{54,5}{11} = 4,95.$$

Структурные средние.

К структурным средним относятся:

1. **Мода** – наиболее часто встречаемое значение признака в *вариационном* ряду.

Во многих случаях эта величина наиболее характерна для ряда распределения и вокруг нее концентрируется большая часть вариантов. При изменении распределения в его концах мода не меняется, т.е. она обладает определенной устойчивостью к вариации признака. Поэтому моду наиболее удобно использовать при изучении рядов с неопределенными границами.

Для *дискретного* ряда мода находится непосредственно по определению.

В случаях *интервальных* рядов с равными интервалами, модальным интервалом считается интервал с наибольшей частотой.

В интервальном вариационном ряду мода рассчитывается по формуле:

$$M_o = X_o + h \frac{f_2 - f_1}{(f_2 - f_1) + (f_2 - f_3)}$$

где X_o – нижняя граница модального интервала (интервалы с наибольшей частотой);

h – ширина интервала;

f_2 – частота модального интервала;

f_1 – частота интервала, предшествующего модальному;

f_3 – частота интервала, последующего за модальным.

Пример. Имеются следующие данные ([таблица 2](#)).

Таблица 2 – Вычисление моды вариационного интервального ряда

Интервалы	Частота
70-80	2
80-90	10
90-100	30
100-110	45
110-120	13

$$M_o = 100 + 10 \cdot (45 - 30) / ((45 - 30) + (45 - 13)) = 103,2.$$

2. **Медиана** – значение признака, которое находится в середине вариационного ранжированного ряда и делит ряд пополам.

Таким образом, в ранжированном ряду распределения одна половина ряда имеет значения признака, превышающие медиану, другая – меньше медианы. Ряд с четным числом членов делит пополам не одна, а две единицы совокупности.

Из определения медианы следует, что она не зависит от тех значений признака, которые расположены по обе стороны от нее. В связи с этим медиана является лучшей характеристикой центральной тенденции в тех случаях, когда концы распределений расплывчаты или в ряду распределения имеются чрезмерно большие или малые значения.

Медиана для интервального ряда распределения рассчитывается по формуле:

$$M_e = X_o + h \frac{\frac{\sum f_i}{2} - S}{f_2},$$

где $\frac{\sum f_i}{2}$ – порядковый номер медианы;

S – накопленная частота до модального интервала.

Пример. Имеются следующие данные (таблица 3).

Таблица 3 – Месячная заработная плата рабочих группы малых предприятий одного из регионов

Группы рабочих по размеру заработной платы, руб.	Число рабочих, чел.
2000–3000	15
3000–4000	35
4000–5000	75
5000–6000	40
6000–7000	25
свыше 7000	10
Итого	200

Вычислить среднюю заработную плату, моду и медиану заработной платы рабочих малых предприятий.

Решение.

По условию задачи имеется интервальный ряд распределения рабочих, поэтому средняя заработная плата вычисляется по формуле

средней арифметической взвешенной с предварительным определением середины каждого интервала

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{\sum xf}{\sum f} = \\ &= \frac{2500 \cdot 15 + 3500 \cdot 35 + 4500 \cdot 75 + 5500 \cdot 40 + 6500 \cdot 25 + 7500 \cdot 10}{15 + 35 + 75 + 40 + 25 + 10} \\ &= \frac{955000}{200} = 4775 \text{ руб.}\end{aligned}$$

Следовательно, средняя месячная заработная плата рабочих малых предприятий составляет 4775 руб.

Далее исчислим моду и медиану:

$$\begin{aligned}M_o &= X_o + h \frac{f_2 - f_1}{(f_2 - f_1) + (f_2 - f_3)} = \\ &= 4000 + 1000 \cdot \frac{75 - 35}{(75 - 35) + (75 - 40)} = 4000 + 1000 \cdot \frac{40}{40 + 35} = \\ &= 4000 + 1000 \cdot 0,533 = 4533 \text{ руб.}\end{aligned}$$

Наиболее часто встречающаяся величина средней месячной заработной платы составляет 4533 руб.

$$\begin{aligned}M_e &= X_o + h \frac{\frac{\sum f_i}{2} - S}{f_2} = 4000 + 1000 \cdot \frac{100 - 50}{75} = \\ &= 4000 + 1000 \cdot 0,667 = 4667 \text{ руб.}\end{aligned}$$

Следовательно, половина рабочих имеет среднемесячную заработную плату меньше 4667 руб., а половина – больше этой суммы.

Показатели вариации.

Различие индивидуальных значений признака внутри изучаемой совокупности в статистике называется *вариацией признака*. Термин вариация произошел от латинского *variatio* – изменение, колеблемость, разброс. Под вариацией в статистике понимают такие количественные изменения величины изучаемого признака в пределах однородной совокупности, которые обусловлены перекрещивающимся влиянием действия различных факторов.

Разброс отдельных значений характеризуют показатели вариации. К показателям вариации относятся:

1. **Размах** представляет собой разность между максимальной и минимальной величиной признака: $R = x_{\max} - x_{\min}$.

Размах вариации учитывает только крайние значения признака и не учитывает все промежуточные. Этот показатель представляет интерес в тех случаях, когда важно знать, какова амплитуда колебаний значений признака, например, каковы колебания цены на данный товар в течение недели или по разным регионам в данный отрезок времени.

Однако этот показатель не дает представления о характере вариационного ряда, расположении вариантов вокруг средней и может сильно меняться, если добавить или исключить крайние варианты (когда эти значения аномальны для данной совокупности). В этих случаях размах вариации дает искаженную амплитуду колебания против нормальных ее размеров.

2. **Дисперсия** определяется из выражения

$$D = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot f_i}{(\sum f_i)}$$

3. **Среднее квадратическое отклонение:**

$$\sigma = \sqrt{D}$$

Среднее квадратическое отклонение показывает, на сколько в среднем отклоняются конкретные варианты признака от его среднего значения. Величина σ часто используется в качестве единицы измерения отклонений от средней арифметической.

4. **Коэффициент вариации** – V . Используется для оценки меры вариации и дает относительную оценку вариации, а результат выражается в процентах:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

По величине коэффициента вариации можно судить о степени вариации признаков совокупностей. Чем больше его величина, тем больше разброс значений вокруг средней величины, тем менее однородна совокупность по своему составу и тем менее представительна средняя. Если его величина не превышает 33–35 %, то делают вывод об относительно невысокой колеблемости признака, о типичности, надежности средней величины, об однородности совокупности. Если он более 33–35 %, то все приведенные выводы следует изменить на противоположные.

Проиллюстрируем расчет показателей вариации.
Пример. Имеется ряд распределения (таблица 4).

Таблица 4 – Распределение по стажу

Стаж, лет	Число работников, чел
1–4	4
4–7	5
7–10	2
Итого	11

Определите: а) размах вариации; б) дисперсию; в) среднее квадратическое отклонение; г) коэффициент вариации.

Решение

Размах вариации – разница между максимальным и минимальным значениями признака: $R = 10 - 1 = 9$ лет.

Для определения остальных показателей воспользуемся таблицей 5.

Таблица 5 – Расчет показателей вариации производственного стажа работников

Стаж, лет	Число работников, f	x	xf	$-$	$(-)$	$(-) f$
1–4	4	2,5	10,0	-2,5	6,25	25,00
4–7	5	5,5	27,5	0,5	0,25	1,25
7–10	2	8,5	17,0	3,5	12,25	24,20
Итого	11		54,5	-	-	50,75

1. Средняя арифметическая взвешенная:

$$\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f} = \frac{2,5 \cdot 4 + 5,5 \cdot 5 + 8,5 \cdot 2}{14 + 5 + 2} = \frac{54,5}{11} = 4,95.$$

2. Дисперсия равна:

$$D = \sigma^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2 \cdot f}{\sum f} = \frac{50,75}{11} = 4,6.$$

3. Среднее квадратическое отклонение равно:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{4,6} = 2,1 \text{ года.}$$

4. Коэффициент вариации равен:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 = \frac{2,1}{5,0} \cdot 100 = 42,0\%.$$

Анализ полученных данных говорит о том, что стаж работников предприятия отличается от среднего стажа ($\bar{x} = 5,0$) в среднем на 2,1 года, или на 42,0%.

Значение коэффициента вариации превышает 33 %, следовательно, вариация производственного стажа велика, найденный средний производственный стаж плохо представляет всю совокупность работников, не является ее типичной, надежной характеристикой, а саму совокупность нет оснований считать однородной по производственному стажу.

План выполнения лабораторной работы

Работа выполняется каждым обучающимся индивидуально в письменной форме производится в следующей последовательности:

1 Ознакомиться с основными теоретическими положениями.

2 Получить у преподавателя вариант индивидуального задания ([приложение В](#)).

3 По полученной статистической совокупности определить основные показатели описательной статистики (среднее арифметическое значение, дисперсию, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, моду, медиану, размах).

4 Оформить отчет о выполнении лабораторной работы. Отчет должен содержать:

- тему и цель лабораторной работы;
- основные формулы, определяющие среднее арифметическое значение, дисперсию, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, моду, медиану, размах;
- результаты проведенных расчетов;
- анализ полученных результатов;
- выводы. В выводах должны быть обобщены результаты всей проделанной работы.

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

- 1 Что такое среднее арифметическое?
- 2 Как находится среднее арифметическое?
- 3 Что такое медиана и как она вычисляется?
- 4 Что такое размах и как его находят?

5 Что такое дисперсия и как она вычисляется?

6 Что такое мода и как она вычисляется?

7 Что такое среднее квадратическое отклонение и как оно вычисляется?

8 Что такое коэффициент вариации и как его находят?

Задания для самостоятельной работы

В рамках самостоятельной работы обучающимся необходимо на основании изученных основных теоретических положений, для полученной статистической совокупности определить асимметрию и эксцесс.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Управление качеством. Средства и методы : практикум / составители В. П. Димитров [и др.]. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2019. — 144 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/118112.html>.
2. Харитонов, А. М. Статистические методы контроля и управления качеством : учебное пособие / А. М. Харитонов, М. И. Харитонов. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2021. — 91 с. — ISBN 978-5-9227-1155-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117197.html>.
3. Мирный, В. И. Всеобщее управление качеством : учебное пособие / В. И. Мирный, О. А. Голубева, В. П. Димитров. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2020. — 100 с. — ISBN 978-5-7890-1827-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/118032.html>.
4. Волкова, Е. М. История стандартизации, метрологии и управления качеством : учебное пособие / Е. М. Волкова. — Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2020. — 88 с. — ISBN 978-5-528-00409-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/107374.html>.
5. Гинис, Л. А. Статистические методы контроля и управления качеством. Прикладные программные средства : учебное пособие / Л. А. Гинис. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2017. — 81 с. — ISBN 978-5-9275-2619-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87498.html>.
6. Воронцова, Н. В. Средства и методы управления качеством : учебно-методическое пособие / Н. В. Воронцова. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 156 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/83603.html>.

Приложение Б

Данные для построения диаграммы Парето

Таблица Б.1 – Исходные данные (варианты 1-5)

Номер варианта Виды дефектов	1	2	3	4	5
Боковые трещины	140	150	140	170	200
Шелушение краски	3400	2400	1400	1500	3100
Коробление	900	1100	1300	1100	1200
Отклонение от перпендикулярности	320	420	420	520	350
Грязная поверхность	1320	1310	1350	1300	1300
Шероховатость поверхности	1220	1200	1230	1240	1250
Винтообразность	1250	1260	1270	1280	1290
Трещины на поверхности	820	830	840	850	860
Боковой изгиб	420	430	440	450	460
Прочие причины	600	590	580	570	560

Таблица Б.2 – Исходные данные (варианты 6-10)

Номер варианта Виды дефектов	6	7	8	9	10
Повреждения	2500	2510	2520	2530	2550
Дефекты соединений	4320	4300	4200	4100	4000
Сколы	1550	1500	1550	1550	1550
Царапины	560	500	600	700	800
Дефекты токарной обработки	3360	3300	3500	3200	3500
Дефекты материалов	1500	1600	1500	1500	1500
Отсутствующие болты	1440	1600	1440	1350	1440
Незатянутый болт	720	700	750	800	950
Ошибки сборки	420	500	420	420	420
Прочие причины	620	650	620	620	720

Таблица Б.3 – Исходные данные (варианты 11-15)

Номер варианта Виды дефектов	11	12	13	14	15
Деформация	310	320	330	340	450
Царапины	120	130	230	330	430
Раковины	240	250	350	450	650
Трещины	220	450	620	520	230
Винтообразность	235	150	160	170	255
Трещины на поверхности	135	140	150	160	170
Боковой изгиб	99	110	140	102	111
Пятна	28	45	90	40	62
Разрыв	38	40	40	30	42
Прочие	50	60	60	80	67

Таблица Б.4 – Исходные данные (варианты 16-20, Ресторан)

Номер варианта	16	17	18	19	20
Виды жалоб					
Холодная еда	8	9	8	18	7
Грубость персонала	22	12	14	26	16
Медленное обслуживание	32	42	36	16	38
Высокие цены	8	16	17	5	13
Крошки на столе	4	5	12	15	4
Пицца пережарена	6	12	13	13	7
Скатерть несвежая	3	4	5	8	12
Прочие	4	6	7	8	9

Таблица Б.5 – Исходные данные (варианты 21-25, Конференц-зал)

Номер варианта	21	22	23	24	25
Виды жалоб					
Неисправное оборудование	6	7	8	16	7
Подача кофе с опозданием	22	12	14	26	16
Мало продуктов	12	26	30	16	38
Мало напитков	8	16	17	5	13
Слишком холодно	4	5	12	15	9
Грубость персонала	6	12	13	13	7
Прочие	3	4	5	8	10

Приложение В

Данные для построения гистограмм

Вариант 1. Имеются данные о месячной продаже журналов в торговом центре (тыс. руб.):

71 76 79 86 78 76 84 78 74 76 99 87 82
78 84 81 76 75 82 85 80 76 79 76 86 86
86 89 77 80 74 86 87 74 79 84 75 85 81
88 77 74 93 85 83 80 75 93 95 91 88 85
85 83 85 82 86 79 84 88 74 92 95 76

Вариант 2. Имеются данные о расходе денежных средств на канцелярские товары на различных предприятиях:

52 33 10 22 28 34 39 29 21 27 31 12 28
40 46 51 44 32 16 11 29 31 38 44 31 24
9 17 32 41 47 31 42 15 21 29 50 55 37
19 57 32 7 28 23 20 45 18 29 25

Вариант 3. Имеются данные о пропускной способности 50 участков нефтепровода ($\text{м}^3/\text{сут.}$):

19,8 19,1 19,3 18,8 20,2 20,8 20,7 19,7 19,6 19,2 20,9 20,9 20,2
19,6 20,4 20,4 20,2 20,4 18,9 19,7 19,8 20,6 20,7 19,7 20,3 19,8
20,4 20,3 20,6 20,5 20,4 20,5 20,3 20,5 20,2 20,5 20,7 21,0 20,4
20,8 20,5 20,4 20,6 21,0 20,4 20,4 20,3 19,7 19,9 20,1

Вариант 4. Имеются данные о суточной добыче нефти в одном из районов страны (в тоннах):

85 76 80 84 88 89 91 88 84 85 75 82 86
89 88 84 90 89 85 91 87 81 78 85 91 89
87 74 81 87 90 88 86 76 84 88 77 82 83
84 74 80 84 91 93 90 88 87 77 83 89 89
91 92 88 94 90 88 81 83 89 94 96 88 95
99 86 78 81 86 90 92 93 90 83 79 86 90
79 82 87 85 91 97 88 85 87 90 89 95 89
90 98 93 84 88 96 92 88 95

Вариант 5. Имеются энергетические затраты на 1 метр проходки при эксплуатационном бурении нефтяных скважин в различных нефтеносных районах страны (руб.):

14 13 18 15 12 13 14 12 13 16 16 15 12
13 13 14 16 18 13 15 14 15 14 13 15 12
13 12 14 16 12 13 15 15 15 13 14 15 18
15 12 15 13 13 15 15 15 17 17

Вариант 6. Имеются данные о суточном дебите газа в наблюдаемой скважине ($\text{м}^3/\text{сут.}$):

30 19 21 28 27 29 31 24 25 28 28 32 34
26 24 19 23 27 30 29 25 18 18 24 28 31
33 18 21 26 30 32 34 29 26 23 25 27 32
23 20 21 26 22 20 27

Вариант 7. Имеются данные о себестоимости 1 тонны нефти и нефтяного попутного газа (тыс. руб.):

0,3 0,4 0,8 1,2 1,4 1,9 0,7 1,3 1,0 0,5 0,9 1,2 1,0
1,3 0,6 1,0 1,0 1,1 0,5 1,2 1,0 1,4 1,6 0,5 1,1 1,1
1,8 0,3 0,6 1,1 0,8 1,2 0,9 1,4 1,3 1,6 2,7 1,5 0,8
0,7 0,9 1,5 1,3 1,1 1,2 1,8 1,1 1,0 1,2 0,9 1,5 1,3
1,1 1,2 1,3

Вариант 8. Имеются данные о числе рабочих дней без простоя для пятидесяти буровых бригад одного из районов страны:

261 260 258 263 257 260 259 264 261 260 264 261 265
261 260 263 260 260 259 260 258 265 259 265 261 258
259 259 258 262 264 258 259 263 266 259 261 266 262
259 262 261 266 262 259 262 261 259 262 262 261 266
259 262

Вариант 9. Приведено количество деталей, выработанных за смену различными рабочими:

75 88 74 80 76 82 86 76 93 74 72 82 71
82 87 81 87 79 78 87 82 87 82 74 77 83
86 85 86 76 81 86 76 71 80 85 73 75 88
89 84 85 85 81 82 85 83 76 87 87 76 76
73 78 87 80 78 72 83 91 82 93 76 83 80

Вариант 10. Имеются данные о рабочих дебитах газовой скважины (тыс. $\text{м}^3/\text{сут.}$):

550 550 551 550 551 562 550 562 561 530 542 535 542
539 537 543 540 556 546 556 556 534 548 533 558 560
558 548 540 541 551 549 551 550 552 568 538 551 547
552 559 557 546 552 550 557 547 552 554 547 554 567
558 563 562 569 552 554 549 545 560 539 549 539

Вариант 11. Имеются данные о коэффициенте эксплуатации насосных скважин в различных нефтеносных районах страны:

0,9 0,82 0,83 0,98 0,89 0,9 0,82 0,88 0,8 0,88
0,98 0,94 0,9 0,97 0,94 0,8 0,9 0,86 0,91 0,87
0,98 0,85 0,97 0,85 0,91 0,91 0,89 0,98 0,83 0,84
0,92 0,98 0,82 0,87 0,87 0,88 0,93 0,98 0,9 0,98
0,98 0,92 0,96 0,91 0,96 0,84 0,83 0,86 0,92 0,94
0,93 0,87 0,82 0,83 0,87 0,89 0,9 0,86 0,89 0,93

Вариант 12. 50 сверл были подвергнуты испытанию на твердость. При этом фиксировалась твердость лапки. Результаты испытания следующие:

14,5 14,6 15,1 15,5 16,3 16,8 17,9 16,3 14,5 14,9 13,6 15,4 16,9
15,4 14,3 15,5 11,3 15,5 17,1 16,8 12,2 15,2 15,7 11,6 16,9 15,7
17,7 16,6 16,2 15,5 12,8 14,2 15,5 16,1 14,3 16,5 14,5 17,9 17,8
16,9 11,7 13,2 14,9 19,8 16,6 17,9 14,9 15,2 17,3 16,9

Вариант 13. Даны значения обследуемого признака X – себестоимости единицы продукции (в руб.):

73 77 78 88 76 78 86 77 75 90 88 84 79
87 83 79 73 84 86 85 74 77 74 88 81 87
85 76 79 71 88 83 76 76 82 73 89 79 90
76 75 91 83 82 84 85 78 85 85 79 92 86
84 77 92 93 91 85 84 87 81 83 80 82 76
81 90 78 81 95 77 91 84 96 84 79 79 83
88 84 83 93 73 79 92 89 75 83 87 89 71
75 83 87 92 80 88 91 95 82

Вариант 14. Имеются данные о суточном дебите газа в наблюдаемой скважине:

39 19 21 28 26 27 29 28 28 27 23 26 32
34 26 24 22 19 23 27 30 29 25 18 18,5 20
22 24 28 31 33 25 18 21 26 30 32 34 29
26 21 20 23 25 27 30 32 29 27 23

Вариант 15. Даны замеры толщины резца (в мм):

24,5 26,8 23,6 25,5 22,2 26,9 25,3 24,1 28,5 25,3 24,1 28,5 25,3
24,6 27,9 25,4 21,3 25,2 27,7 23,6 25,2 26,8 25,9 25,1 26,3 25,4
21,3 25,2 25,5 25,7 26,6 28,2 25,4 23,2 26,6 25,7 24,3 26,8 25,8
27,1 26,2 25,9 21,6 25,3 25,1 24,8 26,3 24,9 24,3 26,8

Вариант 16. Имеются данные о расходах, связанных с монтажом и демонтажом оборудования на предприятии (в тыс. руб.):

4,7 7,2 6,2 6,7 7,2 5,7 7,7 8,2 6,2 5,2 7,2 5,7 6,2
5,7 8,2 5,7 6,7 6,2 5,7 6,2 6,7 5,2 7,7 6,2 7,2 7,7
6,7 7,2 8,2 6,2 5,7 6,2 7,7 6,7 7,2 5,7 6,7 8,2 7,7
8,2 4,7 8,7 4,2 8,7 6,2 6,7 6,2 7,2 4,9 5,5

Вариант 17. Даны значения внутреннего диаметра гайки (в мм):

4,25 4,38 4,48 4,53 4,54 4,41 4,52 4,39 4,16 4,27 4,59 4,48 4,56
4,13 4,51 4,31 4,27 4,87 4,32 4,49 4,74 4,17 4,66 4,92 4,48 4,68
4,45 4,12 4,69 4,28 4,74 4,55 4,28 4,54 4,51 4,77 4,71 4,78 4,13
4,51 4,42 4,36 4,45 4,32 4,17 4,79 4,13 4,52 4,73 4,95

Вариант 18. Даны значения обследуемого признака X – себестоимости одной детали (в руб.):

82 83 73 76 79 89 95 92 93 84 88 76 88
81 78 86 84 84 86 85 87 84 74 83 87 73
76 73 78 76 76 74 88 82 73 85 79 77 79
97 84 80 75 81 73 78 83 75 90 83 77 84
85 90 92 91 85 71 85 87 82 94 92 76 93
90 73 92 84 93 88 84 81 93 81 91 78 85
84 95 79 79 83 96 89 82 79 77 83 88 81
88 82 77 92 76 84 83 87 89

Вариант 19. Даны значения диаметров шестерен, обрабатываемых на станке:

21 29 27 29 27 29 31 29 31 29 29 23 39
31 29 31 29 31 29 31 33 31 31 31 27 23
27 33 29 25 29 19 29 31 23 31 29 27 33
29 31 29 31 23 35 27 29 29 27 29 29 21
29 27 29 29 29 33 29 25 25 27 31 29 29
27 33 29 31 29 29 29 35 27 29 35 29 33
29 27 31 31 27 29 35 27 33 29 27 29 25
27 31 37 25 31 27 27 29 25

Вариант 20. Даны значения израсходованных долот на 100 скважинах при механической скорости проходки 18 м/сек:

28 30 28 27 28 29 29 29 31 28 26 25 33
35 27 31 31 30 28 33 23 30 31 33 31 27
30 28 30 29 30 26 25 31 33 26 27 33 29
30 30 36 26 25 28 30 29 27 32 29 31 30
31 26 25 29 31 33 27 32 30 31 34 28 26
38 29 31 29 27 31 30 28 34 30 26 30 32
30 29 30 28 32 30 29 34 32 35 29 27 28
30 30 29 32 29 34 30 32 24

Вариант 21. Даны значения ширины пера круглой плашки (в мм):

3,69 3,56 3,52 3,68 3,49 3,58 3,59 3,54 3,35 3,69 3,87 3,67 3,79
3,75 3,43 3,50 3,57 3,53 3,49 3,68 3,36 3,63 3,51 3,99 3,90 3,53
3,50 3,55 3,40 3,73 3,72 3,53 3,42 3,72 3,68 3,46 3,46 3,36 3,37
3,53 3,48 3,70 3,48 3,68 3,46 3,61 3,57 3,47 3,74 3,47

Вариант 22. Имеются данные об энергетических затратах на 1 м проходки при разведочном бурении нефтяных скважин в различных нефтяных районах страны (в тыс. руб.):

348 29 6 18 24 30 35 25 17 24 36 42 47
40 28 12 7 25 23 33 28 19 14 8 40 27
20 27 15 6 16 25 34 17 25 46 6 51 13
28 37 43 27 38 53 24 41 21 11 26

Вариант 23. Имеются данные о пластовом давлении (в атм.) при насосном способе эксплуатации 100 скважин:

95 57 15 26 35 46 52 55 59 47 42 48 58
55 102 96 45 54 56 60 10 16 20 49 48 43
12 19 51 103 62 61 38 29 10 39 40 18 14
41 58 63 59 60 63 68 70 71 75 82 87 92
99 65 68 78 91 94 77 65 79 67 74 80 89
69 81 83 100 90 36 64 97 50 76 72 31 55
28 57 85 69 13 53 11 61 90 76 17 37

Вариант 24. Имеются данные о продолжительности (в мес.) 50 фонтанирующих скважин:

19,2 18,1 18,4 18,2 18,6 18,9 19,0 18,4 18,5 19,3 18,3 18,7 18,8
19,1 18,9 19,3 18,4 19,2 18,2 18,7 19,5 18,7 19,1 18,7 19,1 19,6
18,6 18,8 19,3 18,8 19,0 19,5 18,9 19,0 19,8 19,7 19,4 19,3 19,1
19,8 18,9 19,7 18,5 19,0 19,9 19,2 19,1 18,6 19,5 19,6

Вариант 25. Имеются данные замеров температуры масла двигателя автомобиля ГАЗ:

19 29 21 39 25 26 32 25 28 26 36 30 31
29 35 23 32 27 27 26 26 30 27 25 28 28
36 29 35 26 32 29 38 28 25 29 34 28 29
32 34 28 28 29 33 27 34 25 28 26 30 38
39 32 29 29 34 35 32 27 26 25 26 35 36
30 28 33 26 28 26 28 27 33 33 29 32 25
38 26 36 23 24 27 26 30 34 25 24 33

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторных работ по дисциплине
«Средства и методы управления качеством»
для студентов направления 27.03.02 Управление качеством профиль:
Энергетический менеджмент в строительстве и промышленности

Составители:

Поцбнева Ирина Валерьевна

В авторской редакции

Подписано к изданию 03.06. 2021.

Объем данных

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

394026 Воронеж, Московский проспект 14