

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 08.10.2023 00:13:48  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра дизайна и индустрии моды

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
О.Г. Локтионова  
« 08 » 10 2022 г.



### УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Методические указания по выполнению практических работ  
по дисциплине «Управление качеством в машиностроении»  
для обучающихся по направлениям подготовки 15.03.01  
«Машиностроение»

Курск 2022

УДК 658.562

Составители: Ю.А. Мальнева

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент Т.А. Добровольская

**Управление качеством в машиностроении:** методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Управление качеством в машиностроении» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Ю.А. Мальнева, Е.В. Павлов. Курск, 2022. 58 с. Библиогр.: с. 58.

Излагаются краткие теоретические сведения об информационных технологиях управления, интегрированных с различными методами управления процессами промышленных предприятий. Приводятся варианты заданий для выполнения практических работ по дисциплине «Управление качеством в машиностроении».

Предназначены для обучающихся по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60×84 1/16.  
Усл. печ. л. . Уч. - изд. л. . Тираж 50 экз. Заказ 1914.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Практическая работа №1 «Изучение назначения и методов построения причинно-следственной диаграммы (диаграммы Исикавы)» .....	4
2. Практическая работа №2 «Исследование корреляционной зависимости между результатами измерений».....	9
3. Практическая работа №3 «Выявление основных причин появления проблемы на основании анализа диаграммы Парето» .....	22
4. Практическая работа №4 «Построение контрольных карт по количественному признаку».....	39
5. Практическая работа № 5 «Построение контрольных карт по альтернативному признаку» .....	52
6. Список используемой литературы .....	58

**Практическая работа №1**  
**«Изучение назначения и методов построения причинно-следственной диаграммы (диаграммы Исикавы)»**

**Цель работы:** Получить сведения о назначении и методах построения диаграммы Исикавы. Получить практические навыки построения диаграммы Исикавы.

**Задание:** В соответствии с индивидуальным заданием построить причинно-следственную диаграмму (диаграмму Исикавы).

***Основные сведения***

*Назначение диаграммы Исикавы*

Диаграмма причина-следствие обеспечивает эффективное сведение факторов, влияющих на изучаемую проблему, в единую графическую систему для того, чтобы помочь найти корневую причину проблемы. Анализ причины и следствия - это рисунок, составленный из линий и слов, которые представляют собой взаимоотношения между следствием и его причинами. Такой схемой можно пользоваться для последовательного выявления и устранения причин проблемы.

*Методика построения диаграммы*

При построении диаграммы причина-следствие необходимо выполнить следующие этапы:

1. Чётко определить проблему, которая будет решаться (основная стрелка);
2. Выявить наиболее существенные факторы, влияющие на проблему – причины первого порядка (наклонные прямые стрелки)
3. Раскрыть существенные факторы – определить причины, влияющие на эти факторы – причины второго, третьего и большего порядков (малые наклонные стрелки);
4. Проанализировать и уточнить схему: расшифровать факторы по их значимости; установить причины, поддающиеся корректировке в данный момент времени;
5. Установить уровень, до которого должны быть доведены факторы, подлежащие корректировке.
6. Установить производственные участки, отделы, конкретных лиц, ответственных за доведение корректируемых факторов до установленного уровня.
7. Разработать формы документа с целью слежения за корректируемыми факторами, установить конкретных лиц, ответственных за достоверность информации.
8. Составить план дальнейших действий, разработать мероприятия на перспективу, установить ответственных лиц.

Проиллюстрируем приведенный порядок построения диаграммы причина- следствие на примере.

1. Нарисуем диаграмму "рыбья кость". Начинаем справа, строя основные "кости" (категории) по направлению влево.
2. Пишем постановку проблемы в "голове рыбьей кости" (Нужна только та часть,

которая касается результата постановки проблемы).

3. Определяем основные категории "рыбьей кости", которые относятся к данному результату. Существуют четыре способа определения этих категорий:

- a. Во-первых, необходимо просмотреть общие категории:
- Люди
  - Методы
  - Машины
  - Материалы
  - окружающая среда

Сопоставим их, если возможно, с основными объектами, содействующими этой проблеме. Например, команда шоферов- экспедиторов занимается проблемой, имеющей отношение к их профессиональной области (таблица 1).

Таблица 1 – Категории проблемы

Общие категории	Основные объекты, содействующие проблеме
Люди	Шоферы
Методы	Процесс доставки
Машины	Грузовики
Материалы	Грузы
Окружающая обстановка	Маршрут доставки

В качестве основных "костей" на диаграмме команда использовала следующие пункты: шоферы, процесс доставки, грузоперевозки и маршрут доставки.

- b. Во-вторых, если мы работаем с процессом, то мы можем разбить этот процесс на основные виды деятельности, создавая блок-схему. Затем обозначим каждый вид деятельности в виде "основной кости" (см. рис 1).
- c. В-третьих. Команда может определить возможные причины проблемы с помощью мозговой атаки. При этом необходимо рассмотреть детально хотя бы один пример проблемы, который будем анализировать. Убедитесь, что поняли, как она произошла и в какой ситуации.

После составления этого списка разделим идеи по основным категориям, придадим имя категориям и используем их в качестве "основных костей".

- d. В-четвертых, можно использовать график Парето, чтобы разбить результат на составные части, если имеются необходимые данные. Эти части потом можно будет использовать в качестве "основных костей".

4. Распределим основные категории в нисходящем порядке, начиная с той категории, которая имеет наибольшую вероятность того, что она вызвала потенциальную корневую причину (рисунок 1).

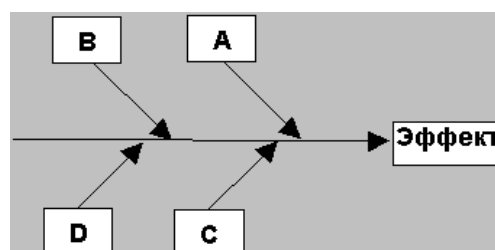


Рисунок 1 – Общий вид диаграммы

На диаграмме "рыбья кость" с четырьмя основными категориями или "костями" порядок приоритета будет таким: А, С, В, D. Следовательно, А - это основная "кость", расположенная в наибольшей близости к "голове рыбы", за ней следуют С, В, D. Такой порядок приоритета особенно полезен в дальнейшем, когда будет вновь просматриваться "рыбья кость". Если человек, просматривающий диаграмму, может проследить логическую цепочку в построении "рыбьей кости", то он может проследить процесс мышления команды и предложить лучший диагностический совет команде.

5. После того, как "рыбья кость" составлена, начнем с основной категории, которую команда определила в качестве наиболее вероятной, которая вызвала корневую причину (категория, находящейся в наибольшей близости к "голове рыбы"). Начнём задавать вопрос "почему" (рисунок 2).

- Почему это происходит?
- Почему такое состояние существует?

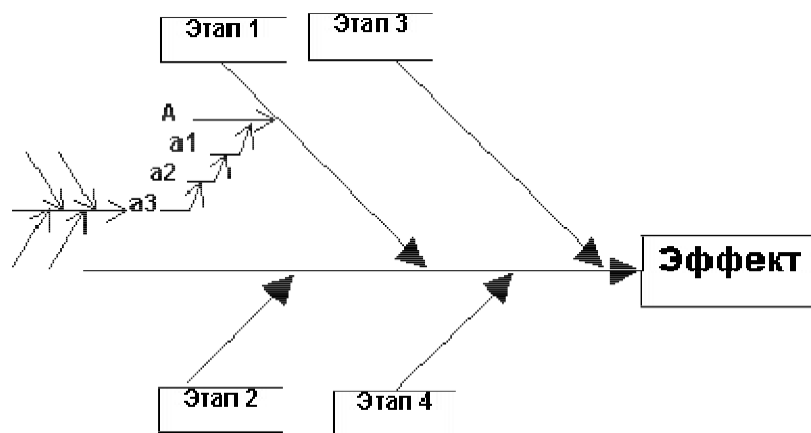


Рисунок 2 – Категории диаграммы

Обязательно прослеживаем логику нашей диаграммы в обоих направлениях как показано на рисунке 3 (а1 вызвано посредством а2, которое, в свою очередь, вызвано посредством а3. В обратном порядке а3 вызвало а2, которое, в свою очередь, вызвало а1.) Очень часто невозможно понять логику диаграммы, не проследив ее в обратном направлении.

Далее просматриваем каждую "подкость", чтобы обнаружить дополнительные причины; т.е. перейдем к а2 и зададим вопрос "Почему происходит а2?". Затем зададим вопрос "Почему происходит а1?" и продолжим процесс запрашивания, продвигаясь к основной "кости".

6. Прежде чем переходить к этапу 7, завершим анализ всей диаграммы "рыбья кость".
7. Определим наиболее вероятные корневые причины и обведем последний элемент в цепочке.
8. Удостоверимся с помощью данных о наиболее вероятной корневой причине. Команды должны собрать данные, чтобы удостовериться, что

это, действительно, корневая причина "результата" причины. Если потенциальная причина содержит в себе множество сложных подпричин, то разбиваем нашу диаграмму на ряд отдельных диаграмм. Мы предлагаем пример "рыбьей кости" (рисунок3):

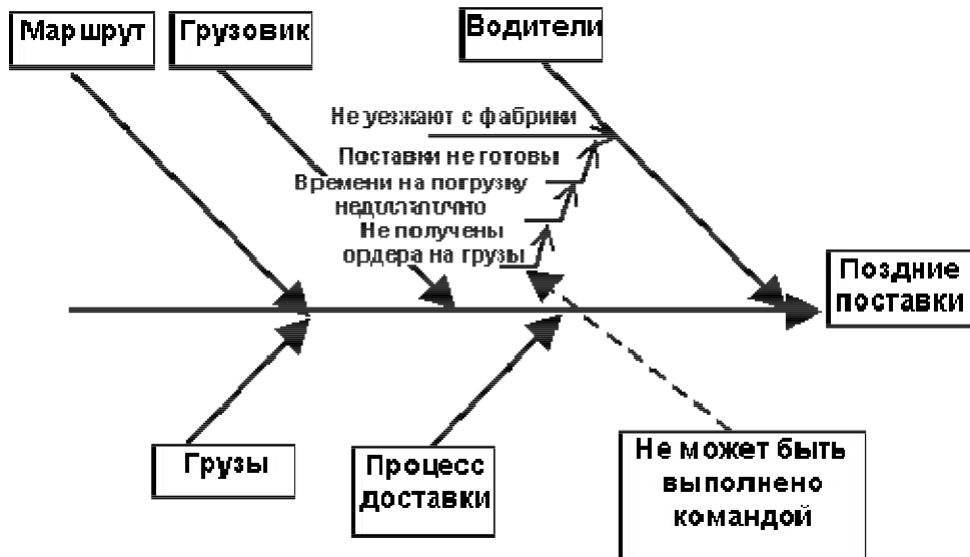


Рисунок 3 – Диаграмма причина-следствие для поздних поставок

В данном примере начинаем с вопроса "Почему шоферы явились причиной запоздалых поставок?". Продолжаем исследовать эту логическую цепочку до тех пор, когда у нас не останется вопросов. После этого проследим логическую цепочку в обратном направлении, начиная от причины и заканчивая результатом. Если логическая цепочка верна в обоих направлениях, то оставим ее на графике. Если же логика отсутствует, то переработаем ее или удалим.

После завершения анализа одной логической цепочки, переходим к следующему уровню и вновь задаём вопрос "Почему?". В данном примере команда была вынуждена остановиться на пункте "Не получены ордера на грузы", так как данный пункт находился вне сферы их контроля.

Следующая область рассмотрения будет: существует ли другая причина пункта "Недостаточное время погрузки". Если такая причина существует, то продолжаем задавать вопрос "Почему?". Если же нет, то переходим к следующему уровню. Продолжаем анализировать график таким образом, пока не зададим вопросы ко всем основным категориям.

После анализа диаграммы команда решает, какие области достойны дальнейшего исследования в качестве потенциальных корневых причин. После того, как эти области определены (обычно две или три), собираются данные, чтобы удостовериться, что исследуемые области, действительно, являются корневыми причинами "результата" проблемы.

### **Выполнение работы**

Получив задание для выполнения практической работы, студент изучает методику построения диаграммы причина-следствие и строит диаграмму вручную. В отчёте по практической работе должны найти отражение следующие пункты:

- название практической работы;
- цель работы;
- индивидуальное задание для выполнения практической работы;

- краткие теоретические сведения;
- краткое описание хода выполнения работы;
- результаты выполнения работы: основные объекты, содействующие проблеме, диаграмма причина-следствие (диаграмма Исикавы);
- подробные выводы по работе.

### *Задания к практической работе*

Студентам предлагаются следующие проблемы для описания их с помощью диаграммы причина-следствие:

- 1) токарный станок с ЧПУ не работает;
- 2) деталь (ступенчатый вал) не соответствует требованиям точности и шероховатости;
- 3) произошла поломка сверла при обработке отверстия;
- 4) горизонтально-фрезерный станок не работает;
- 5) деталь (корпус) не соответствует требованиям точности и шероховатости;
- 6) произошла поломка пневматических тисков;
- 7) деталь после круглого шлифования не соответствует требованиям шероховатости;
- 8) изделие, транспортируемое на конвейере, не синхронизировано с технологическим процессом;
- 9) кодирование инструментальной оснастки не соответствует обрабатываемому центру;
- 10) произошел разрыв ремня в приводе главного движения токарно-револьверного станка;
- 11) в заготовках, полученных литьем в песчаные формы, имеются раковины и трещины;
- 12) при штамповке произошла поломка пуансона;
- 13) при перемещении револьверной головки не обеспечивается точность позиционирования инструментального блока;
- 14) обрабатывающий центр не работает.



**Практическая работа №2**  
**«Исследование корреляционной зависимости между**  
**результатами измерений»**

**Цель работы:** исследовать зависимости между результатами измерений и определить характер этой зависимости.

**Задание:** получить характеристики распределения, построить диаграмму рассеивания, определить коэффициенты корреляции для результатов измерений трёх случайных величин.

***Краткие теоретические сведения***

*Понятие о корреляционном анализе*

Корреляция (от лат. Correlatio – соотношение) – мера связи. Практическая статистика использует это понятие для обозначения группы показателей, описывающих степень сходства в варьировании двух и более переменных. Предварительный анализ зависимости между оценками параметра дают простые коэффициенты корреляций. Коэффициент корреляции является мерой линейной зависимости между анализируемыми переменными. Кроме того, в статистическом анализе используются коэффициенты частной корреляции, которые исключают зависимость остальных переменных, кроме рассматриваемой. Все эти корреляции весьма полезны для первичного анализа взаимозависимости. Корреляционный анализ определяет меру линейности зависимости независимо от положения прямой, то есть наличие некоторой гипотетической функциональной зависимости.

Оценкой коэффициента корреляции двух случайных величин  $X$  и  $Y$  является величина:

$$r_{XY} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Сильная корреляция означает закономерность: чем более отличается от своего среднего значение одной переменной, тем дальше от своего среднего значение другой. Также можно утверждать, что чем ближе точки на графике рассеивания параметров  $X$  и  $Y$  расположены к прямой линии больше корреляция между  $X$  и  $Y$ .

Коэффициент может принимать как положительные, так и отрицательные значения. Знак означает направленность изменчивости двух переменных. Если коэффициент корреляции больше нуля, то для данного наблюдения отличия от среднего бывают, как правило, в одну сторону. Если меньше нуля – увеличение первой переменной, как правило, связано с уменьшением второй. Сравнение именно со своими средними позволяет сравнивать переменные разной размерности и природы, например метры с килограммами или секунды с часами. Нас может интересовать, в зависимости от цели исследования, отличие коэффициента корреляции от нуля (есть ли вообще связь между переменными) или отличие двух коэффициентов друг от друга (одинаковы ли связи, например, между переменными  $A$  и  $B$ , с одной стороны и переменными  $C$  и  $D$ , с другой). В первом случае можно принять показатель вероятности нуль - гипотезы, т.е. того, что коэффициент отличен от нуля. Если это число меньше 0,05, можно считать коэффициент достоверным.

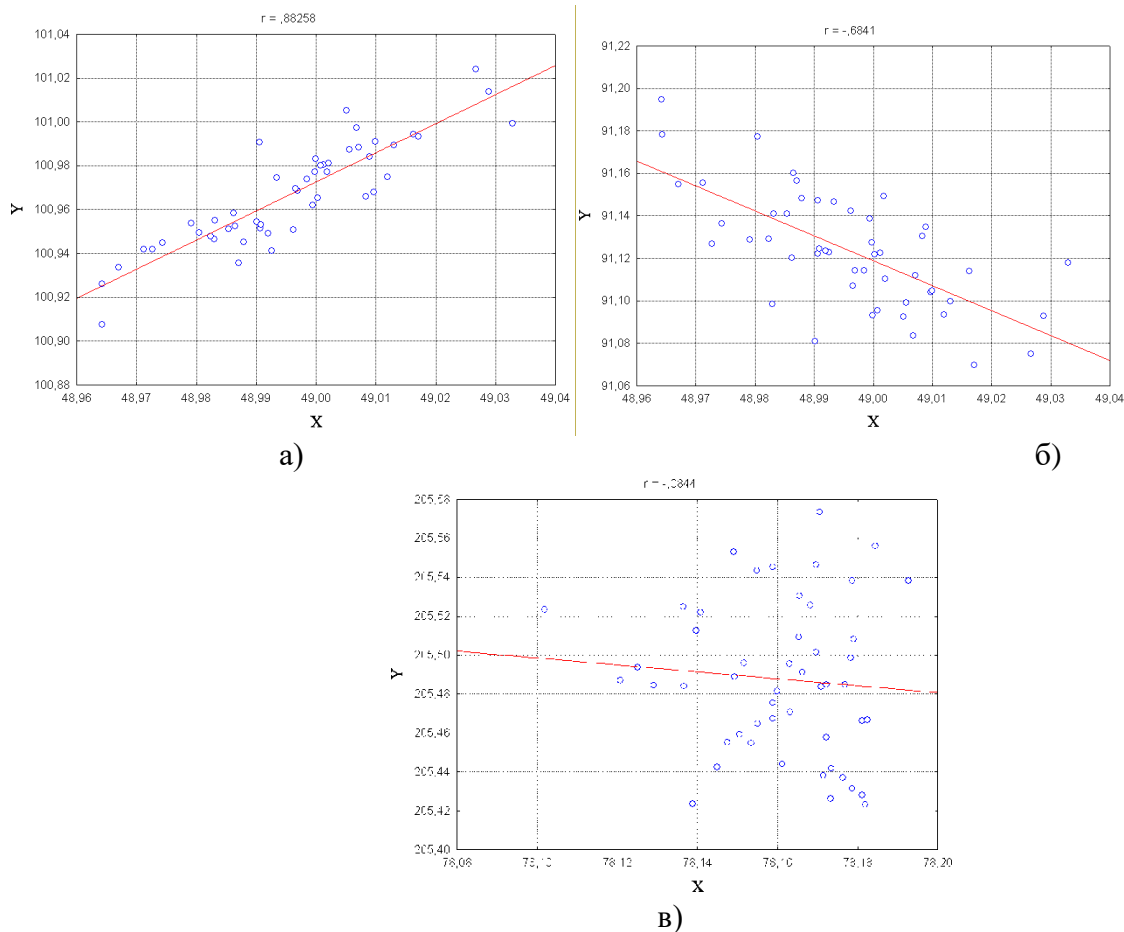


Рисунок 1 – Графики рассеивания с различной силой корреляционной связи: а – сильная, положительная; б – средняя отрицательная; в – слабая отрицательная

Таким образом, при проведении корреляционного анализа мы обращаем внимание на три основных момента:

Достоверность результата. Нельзя сразу принимать полученный коэффициент корреляции как окончательный результат, если исследование отвечает на сложные вопросы. Если вероятность нуль-гипотезы достаточно мала, то можно сказать только, что между переменными существует какая-то связь, и не более того. Ответы на другие вопросы — предмет дальнейшего анализа, а часто — и специальных опытов.

Коэффициент корреляции находится в пределах  $|r| \leq 1$ . Абсолютная величина коэффициента означает силу связи (условно принимаем: 0 – 0,3 — слабая связь; 0,3 – 0,7 — связь средней силы; 0,7 – 1 — сильная связь).

Знак коэффициента определяет, совпадают ли направления изменчивости переменных. «+» — совпадают (чем больше одно, тем больше другое), «-» — противоположны (чем больше одно, тем меньше другое). На рисунке 1 приведены различные случаи корреляционной связи.

### **Выполнение работы**

Получив задание для выполнения практической работы, студент изучает методику построения точечной диаграммы и вычисления коэффициента корреляции. В отчёте по практической работе должны найти отражение следующие пункты:

- название практической работы;
- цель работы;
- индивидуальное задание для выполнения практической работы;
- краткие теоретические сведения;
- краткое описание хода выполнения работы;
- результаты выполнения работы: диаграммы рассеивания значения коэффициентов корреляции;
- подробные выводы о полученном результате.

### **Контрольные вопросы**

- 1) Что такое корреляция?
- 2) Что такое коэффициент корреляции?
- 3) Как рассчитывается коэффициент корреляции?
- 4) Какова область значений коэффициента корреляции?
- 5) Что означает положительная и отрицательная корреляция?
- 6) При каком значении коэффициента корреляции связь является сильной, средней и слабой?

**Задание к практической работе №2**

№ варианта									
№	1			2			3		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	178,435	202,092	144,037	194,150	14,380	12,011	113,620	138,372	10,443
2	178,416	201,730	143,846	194,104	14,325	12,009	113,616	138,355	10,668
3	178,370	201,814	143,907	194,116	14,357	12,005	113,614	138,368	10,617
4	178,457	201,802	143,892	194,113	14,317	12,013	113,606	138,362	10,622
5	178,398	201,720	143,924	194,122	14,345	11,987	113,624	138,374	10,685
6	178,444	201,868	143,899	194,116	14,343	12,002	113,585	138,346	10,463
7	178,351	202,009	144,018	194,142	14,354	11,978	113,610	138,371	10,485
8	178,465	201,810	143,978	194,135	14,352	11,994	113,631	138,358	10,483
9	178,466	201,773	143,980	194,129	14,394	12,000	113,641	138,381	10,554
10	178,490	201,816	144,029	194,144	14,375	11,991	113,628	138,364	10,458
11	178,442	201,754	143,880	194,111	14,306	11,995	113,634	138,375	10,465
12	178,510	202,089	144,062	194,153	14,426	11,969	113,707	138,418	10,637
13	178,512	201,997	144,099	194,162	14,408	11,994	113,621	138,376	10,469
14	178,360	201,826	144,041	194,144	14,391	11,984	113,619	138,370	10,428
15	178,417	201,812	144,059	194,155	14,393	11,991	113,650	138,380	10,539
16	178,455	201,872	143,969	194,131	14,327	12,008	113,624	138,373	10,675
17	178,428	201,955	144,019	194,146	14,391	11,989	113,686	138,413	10,541
18	178,405	201,978	144,116	194,162	14,413	11,978	113,709	138,416	10,574
19	178,471	201,779	144,054	194,147	14,385	11,990	113,594	138,369	10,500
20	178,469	201,926	144,080	194,161	14,397	11,983	113,653	138,389	10,504
21	178,426	201,872	143,932	194,121	14,350	11,995	113,647	138,398	10,523
22	178,444	201,923	143,943	194,126	14,350	11,986	113,605	138,357	10,526
23	178,471	201,799	143,853	194,107	14,298	12,005	113,636	138,365	10,605
24	178,352	201,854	143,983	194,136	14,378	12,007	113,568	138,357	10,457
25	178,494	201,936	143,921	194,116	14,336	11,987	113,616	138,353	10,596
26	178,450	201,960	144,063	194,154	14,403	11,997	113,694	138,404	10,385
27	178,397	201,917	144,101	194,159	14,409	11,984	113,682	138,390	10,542
28	178,429	201,884	144,073	194,155	14,411	12,001	113,663	138,401	10,552
29	178,357	201,975	144,092	194,163	14,419	11,992	113,637	138,368	10,523
30	178,477	201,953	144,054	194,144	14,352	11,990	113,612	138,370	10,596

№ варианта									
№	4			5			6		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	49,293	142,859	169,932	197,329	23,619	203,924	61,057	34,567	206,450
2	49,353	142,918	169,724	197,099	23,735	203,934	61,220	34,554	206,483
3	49,336	142,788	169,858	197,098	23,761	203,950	61,146	34,588	206,380
4	49,333	142,860	169,732	197,095	23,826	203,944	61,149	34,564	206,372
5	49,340	142,836	169,747	197,119	23,690	203,923	61,269	34,629	206,326
6	49,318	142,894	169,765	197,029	23,763	203,929	61,147	34,588	206,444
7	49,324	142,829	169,923	197,097	23,702	203,928	61,088	34,592	206,411
8	49,316	142,862	169,766	197,196	23,729	203,935	61,235	34,584	206,376
9	49,325	142,843	169,602	196,985	23,723	203,920	61,233	34,602	206,288
10	49,317	142,816	169,630	197,146	23,699	203,938	61,280	34,565	206,391
11	49,321	142,881	169,856	197,242	23,698	203,925	61,152	34,575	206,378
12	49,338	142,897	169,697	197,101	23,714	203,923	61,189	34,544	206,465
13	49,323	142,934	169,603	197,085	23,725	203,927	61,200	34,602	206,391
14	49,322	142,859	169,691	197,210	23,677	203,930	61,238	34,591	206,372
15	49,322	142,928	169,860	197,128	23,681	203,931	61,241	34,632	206,318
16	49,347	142,776	169,764	197,211	23,661	203,910	61,145	34,550	206,450
17	49,332	142,938	169,951	197,246	23,669	203,922	61,261	34,567	206,394
18	49,323	142,828	169,685	197,137	23,678	203,934	61,298	34,600	206,340
19	49,325	142,825	169,698	197,096	23,740	203,938	61,229	34,622	206,326
20	49,310	142,875	169,887	197,083	23,672	203,925	61,217	34,564	206,394
21	49,321	142,854	169,756	197,092	23,693	203,928	61,221	34,596	206,338
22	49,329	142,786	169,742	197,041	23,715	203,914	61,326	34,573	206,431
23	49,324	142,853	169,890	197,302	23,621	203,924	61,209	34,596	206,425
24	49,313	142,848	169,633	197,114	23,653	203,919	61,312	34,597	206,357
25	49,340	142,927	169,667	197,166	23,637	203,920	61,190	34,600	206,391
26	49,294	142,900	169,729	197,147	23,718	203,932	61,142	34,557	206,445
27	49,314	142,806	169,733	197,113	23,760	203,938	61,193	34,621	206,285
28	49,316	142,872	169,705	197,124	23,713	203,939	61,227	34,584	206,426
29	49,302	142,824	169,776	196,997	23,807	203,934	61,200	34,551	206,480
30	49,336	142,951	169,721	197,125	23,679	203,919	61,237	34,596	206,421

№ варианта									
№	7			8			9		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	55,995	80,812	206,307	138,182	183,767	44,262	145,114	154,467	191,922
2	56,028	80,817	206,274	138,133	183,792	44,302	145,091	154,464	191,933
3	55,948	80,732	206,265	138,204	183,777	44,260	145,104	154,479	191,945
4	55,986	80,935	206,242	138,148	183,797	44,263	145,113	154,441	191,904
5	56,096	80,891	206,266	138,156	183,806	44,291	145,104	154,429	191,921
6	56,098	80,818	206,255	138,068	183,798	44,280	145,106	154,425	191,908
7	55,984	80,738	206,281	138,194	183,765	44,257	145,113	154,375	191,910
8	55,846	80,690	206,254	138,217	183,775	44,282	145,104	154,423	191,906
9	56,117	80,934	206,316	138,155	183,788	44,294	145,083	154,365	191,887
10	56,057	80,826	206,266	138,129	183,785	44,274	145,118	154,444	191,891
11	56,062	80,776	206,274	138,165	183,776	44,227	145,127	154,468	191,919
12	55,858	80,735	206,264	138,091	183,814	44,208	145,163	154,463	191,929
13	56,076	80,752	206,283	138,141	183,803	44,235	145,136	154,464	191,929
14	56,025	80,861	206,281	138,170	183,798	44,261	145,103	154,415	191,913
15	55,851	80,832	206,248	138,189	183,771	44,246	145,129	154,339	191,901
16	56,009	80,771	206,289	138,126	183,796	44,274	145,113	154,459	191,914
17	55,991	80,913	206,262	138,287	183,734	44,287	145,090	154,421	191,909
18	56,063	80,862	206,309	138,284	183,745	44,276	145,094	154,403	191,900
19	56,001	80,878	206,269	138,196	183,774	44,250	145,135	154,456	191,920
20	56,070	80,806	206,252	138,139	183,774	44,268	145,109	154,406	191,925
21	55,979	80,814	206,298	138,089	183,801	44,332	145,070	154,356	191,888
22	56,088	80,987	206,298	138,148	183,793	44,271	145,109	154,428	191,927
23	56,058	80,835	206,274	138,058	183,821	44,257	145,123	154,379	191,897
24	55,992	80,887	206,295	138,123	183,779	44,277	145,105	154,428	191,926
25	56,044	80,813	206,280	138,214	183,782	44,221	145,139	154,407	191,892
26	55,904	80,956	206,288	138,064	183,821	44,251	145,125	154,430	191,924
27	56,022	80,807	206,299	138,105	183,799	44,252	145,118	154,448	191,915
28	55,938	80,836	206,289	138,199	183,778	44,279	145,095	154,425	191,918
29	56,100	80,875	206,281	138,238	183,759	44,254	145,120	154,468	191,939
30	55,908	80,805	206,271	138,121	183,796	44,276	145,103	154,440	191,928

№ варианта									
№	10			11			12		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	198,209	43,903	200,697	152,883	155,297	114,758	50,691	195,826	96,043
2	198,198	43,910	200,691	152,882	155,270	114,765	50,612	195,813	95,961
3	198,191	43,937	200,693	152,868	155,253	114,762	50,498	195,780	95,920
4	198,212	43,910	200,697	152,882	155,172	114,743	50,751	195,837	96,074
5	198,203	43,933	200,694	152,912	155,317	114,742	50,615	195,809	95,988
6	198,212	43,902	200,686	152,840	155,303	114,760	50,651	195,818	96,005
7	198,210	43,902	200,696	152,870	155,177	114,750	50,618	195,807	95,969
8	198,211	43,936	200,683	152,889	155,339	114,759	50,577	195,799	95,934
9	198,227	43,898	200,692	152,898	155,270	114,763	50,613	195,809	95,986
10	198,221	43,911	200,683	152,867	155,273	114,761	50,609	195,802	95,958
11	198,208	43,922	200,684	152,876	155,272	114,744	50,637	195,817	95,997
12	198,200	43,898	200,696	152,888	155,270	114,766	50,527	195,795	95,914
13	198,200	43,920	200,691	152,894	155,340	114,750	50,643	195,817	95,998
14	198,209	43,910	200,686	152,874	155,337	114,746	50,524	195,788	95,925
15	198,218	43,875	200,688	152,898	155,359	114,746	50,576	195,791	95,964
16	198,209	43,928	200,688	152,865	155,271	114,768	50,394	195,759	95,844
17	198,214	43,903	200,694	152,887	155,318	114,758	50,615	195,808	95,955
18	198,219	43,893	200,686	152,902	155,295	114,739	50,663	195,820	96,001
19	198,205	43,910	200,675	152,875	155,325	114,737	50,633	195,807	95,955
20	198,203	43,916	200,686	152,870	155,218	114,754	50,610	195,808	95,992
21	198,228	43,896	200,694	152,871	155,269	114,742	50,693	195,826	96,039
22	198,204	43,893	200,683	152,891	155,260	114,740	50,617	195,806	95,954
23	198,223	43,907	200,685	152,869	155,292	114,731	50,683	195,823	96,032
24	198,204	43,924	200,687	152,875	155,188	114,755	50,636	195,817	95,989
25	198,223	43,887	200,691	152,908	155,286	114,735	50,604	195,805	95,986
26	198,202	43,914	200,692	152,883	155,224	114,749	50,574	195,793	95,938
27	198,208	43,901	200,684	152,862	155,289	114,719	50,720	195,834	96,051
28	198,207	43,906	200,686	152,893	155,286	114,771	50,425	195,765	95,866
29	198,196	43,908	200,691	152,882	155,219	114,747	50,570	195,796	95,944
30	198,200	43,925	200,693	152,863	155,288	114,753	50,713	195,827	96,019

№ варианта									
№	13			14			15		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	206,732	118,321	182,070	190,116	180,982	83,113	117,240	114,728	139,641
2	206,735	118,275	181,949	190,122	181,088	83,153	117,263	114,733	139,626
3	206,773	118,307	182,053	190,117	180,977	83,117	117,242	114,730	139,637
4	206,675	118,325	182,000	190,117	180,978	83,120	117,249	114,738	139,641
5	206,761	118,298	182,005	190,121	181,039	83,145	117,258	114,735	139,636
6	206,727	118,302	181,996	190,129	181,229	83,223	117,180	114,731	139,636
7	206,748	118,315	181,988	190,118	181,054	83,124	117,281	114,738	139,624
8	206,639	118,283	181,984	190,117	181,039	83,138	117,203	114,728	139,645
9	206,622	118,313	182,020	190,117	181,014	83,136	117,330	114,734	139,649
10	206,688	118,298	181,996	190,114	180,985	83,127	117,321	114,733	139,635
11	206,690	118,290	181,955	190,117	181,042	83,173	117,181	114,731	139,631
12	206,661	118,290	181,968	190,123	181,085	83,161	117,306	114,728	139,649
13	206,749	118,297	181,969	190,119	181,041	83,132	117,329	114,724	139,649
14	206,717	118,318	182,034	190,121	181,038	83,151	117,232	114,732	139,633
15	206,695	118,281	181,924	190,118	181,046	83,150	117,246	114,728	139,643
16	206,757	118,307	182,000	190,122	181,072	83,151	117,310	114,729	139,648
17	206,653	118,277	181,938	190,120	181,044	83,155	117,193	114,722	139,646
18	206,743	118,292	182,011	190,120	181,083	83,189	117,286	114,733	139,635
19	206,680	118,307	181,992	190,123	181,096	83,166	117,193	114,731	139,627
20	206,696	118,280	181,928	190,120	181,043	83,164	117,249	114,736	139,630
21	206,702	118,303	182,049	190,117	181,017	83,139	117,245	114,728	139,638
22	206,689	118,298	181,986	190,122	181,073	83,132	117,358	114,733	139,626
23	206,766	118,291	181,992	190,121	181,049	83,133	117,245	114,731	139,653
24	206,705	118,307	181,982	190,126	181,164	83,233	117,142	114,733	139,642
25	206,698	118,296	181,983	190,120	181,077	83,150	117,200	114,725	139,651
26	206,739	118,310	181,996	190,117	181,024	83,147	117,285	114,733	139,650
27	206,661	118,286	181,968	190,121	181,020	83,133	117,286	114,736	139,631
28	206,770	118,296	181,985	190,122	181,106	83,143	117,296	114,722	139,642
29	206,765	118,312	181,977	190,122	181,092	83,172	117,242	114,726	139,644
30	206,704	118,274	181,956	190,115	180,971	83,133	117,193	114,737	139,628



№ варианта									
№	16			17			18		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	159,640	14,526	208,174	194,060	83,126	182,144	97,799	104,879	205,265
2	159,631	14,528	208,136	194,016	83,283	182,133	97,813	104,884	205,336
3	159,631	14,526	208,132	194,043	83,329	182,086	97,846	104,902	205,283
4	159,637	14,538	208,171	194,003	83,075	182,135	97,794	104,905	205,353
5	159,640	14,514	208,103	194,055	83,272	182,100	97,843	104,884	205,309
6	159,632	14,509	208,084	194,024	83,137	182,137	97,811	104,881	205,304
7	159,643	14,523	208,083	194,084	83,364	182,080	97,856	104,895	205,235
8	159,633	14,514	208,104	194,025	83,173	182,123	97,826	104,876	205,421
9	159,636	14,513	208,110	194,038	83,193	182,120	97,811	104,850	205,393
10	159,641	14,530	208,149	194,030	83,092	182,170	97,766	104,939	205,361
11	159,645	14,511	208,042	194,060	83,150	182,132	97,800	104,934	205,371
12	159,644	14,532	208,078	194,045	83,087	182,170	97,782	104,890	205,361
13	159,638	14,514	208,112	194,006	83,286	182,130	97,804	104,959	205,299
14	159,636	14,521	208,039	194,075	83,303	182,098	97,839	104,896	205,319
15	159,635	14,516	208,120	194,017	83,248	182,091	97,848	104,864	205,394
16	159,633	14,523	208,170	194,013	83,318	182,107	97,823	104,933	205,328
17	159,625	14,518	208,154	194,027	83,240	182,124	97,807	104,885	205,280
18	159,637	14,526	208,144	194,011	83,226	182,105	97,824	104,856	205,271
19	159,641	14,515	208,133	193,994	83,130	182,125	97,816	104,887	205,299
20	159,636	14,517	208,090	194,004	83,149	182,142	97,820	104,873	205,349
21	159,633	14,520	208,069	194,055	83,262	182,096	97,851	104,882	205,181
22	159,636	14,533	208,200	193,997	83,062	182,164	97,777	104,957	205,265
23	159,647	14,530	208,074	194,072	83,169	182,127	97,821	104,868	205,173
24	159,634	14,556	208,292	193,990	83,328	182,089	97,852	104,893	205,380
25	159,634	14,529	208,174	194,027	83,131	182,143	97,793	104,906	205,365
26	159,652	14,535	208,148	194,030	83,156	182,109	97,830	104,939	205,319
27	159,637	14,547	208,216	193,988	83,257	182,076	97,857	104,869	205,257
28	159,628	14,514	208,137	194,040	83,173	182,153	97,784	104,848	205,227
29	159,638	14,532	208,117	194,047	83,219	182,125	97,813	104,923	205,478
30	159,629	14,511	208,111	194,014	83,132	182,165	97,781	104,907	205,303

№ варианта									
№	19			20			21		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	108,459	106,030	170,361	188,726	188,600	126,086	19,281	35,603	144,116
2	108,453	106,006	170,366	188,737	188,621	126,089	19,283	35,491	144,160
3	108,447	106,019	170,323	188,779	188,647	126,116	19,281	35,589	144,200
4	108,453	106,024	170,297	188,752	188,627	126,114	19,286	35,604	144,247
5	108,485	105,999	170,477	188,617	188,515	126,064	19,285	35,522	144,109
6	108,403	106,048	170,540	188,604	188,504	126,054	19,284	35,595	144,138
7	108,441	106,019	170,316	188,733	188,606	126,096	19,275	35,648	144,141
8	108,428	106,056	170,387	188,696	188,582	126,068	19,284	35,633	144,224
9	108,447	106,019	170,439	188,709	188,580	126,081	19,280	35,587	144,129
10	108,425	106,040	170,371	188,729	188,605	126,186	19,283	35,684	144,158
11	108,405	106,050	170,446	188,711	188,591	126,111	19,278	35,676	144,097
12	108,439	106,019	170,312	188,779	188,643	126,139	19,283	35,543	144,124
13	108,452	106,009	170,361	188,749	188,636	126,072	19,284	35,552	144,142
14	108,488	106,001	170,344	188,726	188,585	126,044	19,293	35,570	144,252
15	108,411	106,061	170,254	188,811	188,668	126,063	19,279	35,656	144,158
16	108,444	106,013	170,352	188,763	188,627	126,045	19,287	35,581	144,178
17	108,384	106,046	170,322	188,751	188,623	126,092	19,284	35,591	144,237
18	108,460	106,031	170,437	188,704	188,593	126,098	19,281	35,591	144,163
19	108,466	106,033	170,372	188,718	188,591	126,085	19,280	35,580	144,184
20	108,426	106,031	170,418	188,695	188,572	126,088	19,283	35,591	144,197
21	108,526	105,986	170,396	188,772	188,645	126,091	19,280	35,606	144,166
22	108,501	106,002	170,280	188,771	188,625	126,092	19,281	35,664	144,146
23	108,528	105,965	170,451	188,683	188,559	126,073	19,282	35,624	144,140
24	108,422	106,037	170,312	188,743	188,610	126,113	19,276	35,658	144,197
25	108,438	106,034	170,362	188,714	188,599	126,029	19,282	35,616	144,141
26	108,415	106,046	170,397	188,740	188,622	126,064	19,284	35,567	144,165
27	108,486	105,995	170,391	188,714	188,595	126,113	19,284	35,571	144,108
28	108,433	106,040	170,421	188,668	188,545	126,048	19,281	35,574	144,201
29	108,392	106,065	170,409	188,705	188,583	126,090	19,281	35,648	144,146
30	108,464	106,017	170,343	188,732	188,610	126,083	19,287	35,489	144,098

№ варианта									
№	22			23			24		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	154,166	146,101	146,174	159,139	142,350	152,483	35,186	21,100	180,551
2	154,155	146,104	146,162	159,166	142,312	152,432	35,241	21,009	180,595
3	154,296	146,069	146,110	159,162	142,348	152,429	35,254	20,951	180,616
4	154,311	146,025	146,210	159,160	142,354	152,443	35,232	21,080	180,538
5	154,237	146,058	146,171	159,089	142,334	152,435	35,249	20,989	180,592
6	154,193	146,051	146,212	159,221	142,336	152,501	35,197	21,115	180,616
7	154,231	146,035	146,175	159,142	142,329	152,488	35,206	21,121	180,588
8	154,237	145,996	146,145	159,091	142,276	152,501	35,186	21,124	180,553
9	154,289	146,092	146,143	159,167	142,292	152,467	35,210	21,042	180,619
10	154,206	146,052	146,129	159,108	142,348	152,486	35,191	21,082	180,546
11	154,217	146,056	146,115	159,191	142,346	152,463	35,221	21,125	180,604
12	154,227	146,082	146,222	159,119	142,311	152,493	35,203	21,039	180,578
13	154,262	146,043	146,127	159,153	142,262	152,472	35,214	21,074	180,594
14	154,255	146,088	146,169	159,174	142,281	152,482	35,193	21,086	180,621
15	154,325	146,007	146,108	159,151	142,275	152,498	35,184	21,057	180,568
16	154,229	146,085	146,135	159,184	142,251	152,462	35,214	21,044	180,604
17	154,268	146,032	146,289	159,154	142,307	152,429	35,251	21,052	180,564
18	154,217	146,089	146,170	159,110	142,266	152,458	35,220	21,027	180,545
19	154,209	146,047	146,101	159,150	142,314	152,453	35,238	21,088	180,524
20	154,216	146,022	146,119	159,181	142,331	152,509	35,181	21,155	180,551
21	154,233	146,025	146,161	159,077	142,247	152,473	35,205	21,077	180,541
22	154,275	146,015	146,142	159,044	142,268	152,399	35,288	20,985	180,570
23	154,330	146,038	146,047	159,188	142,251	152,485	35,188	21,132	180,599
24	154,231	146,039	146,193	159,171	142,308	152,520	35,152	21,195	180,602
25	154,302	146,091	146,174	159,132	142,323	152,438	35,240	20,990	180,611
26	154,280	146,078	146,141	159,148	142,209	152,434	35,240	21,085	180,623
27	154,331	146,058	146,135	159,177	142,235	152,463	35,225	21,094	180,603
28	154,243	146,071	146,102	159,193	142,296	152,473	35,214	21,024	180,606
29	154,219	146,069	146,241	159,106	142,338	152,468	35,212	21,053	180,574
30	154,278	145,996	146,164	159,150	142,307	152,474	35,215	21,035	180,568

№ варианта									
№	25			26			27		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	164,261	191,810	193,488	78,919	38,379	169,094	59,181	58,158	57,522
2	164,362	191,834	193,484	78,837	38,397	169,076	59,148	58,157	57,532
3	164,392	191,806	193,485	78,852	38,390	169,128	59,254	58,161	57,503
4	164,261	191,809	193,481	78,898	38,383	169,095	59,170	58,159	57,530
5	164,331	191,883	193,478	78,904	38,382	169,090	59,162	58,159	57,518
6	164,346	191,798	193,481	78,830	38,386	169,099	59,185	58,158	57,500
7	164,350	191,855	193,481	78,942	38,384	169,087	59,322	58,163	57,466
8	164,299	191,896	193,482	78,829	38,390	169,152	59,089	58,154	57,561
9	164,388	191,877	193,476	78,834	38,395	169,107	59,308	58,162	57,462
10	164,253	191,759	193,490	78,927	38,386	169,085	59,269	58,162	57,465
11	164,315	191,880	193,472	78,833	38,391	169,106	59,296	58,162	57,456
12	164,254	191,824	193,481	78,916	38,385	169,073	59,134	58,156	57,530
13	164,326	191,874	193,476	78,951	38,381	169,060	59,139	58,155	57,546
14	164,262	191,799	193,484	78,780	38,395	169,058	59,249	58,161	57,463
15	164,328	191,906	193,476	78,887	38,387	169,057	59,157	58,156	57,540
16	164,407	191,942	193,477	78,895	38,387	169,151	59,377	58,164	57,465
17	164,325	191,836	193,483	78,933	38,389	169,091	59,228	58,160	57,498
18	164,289	191,760	193,484	78,812	38,393	169,107	59,104	58,155	57,569
19	164,249	191,810	193,480	78,994	38,376	169,103	59,106	58,155	57,549
20	164,295	191,874	193,477	78,977	38,380	169,053	59,173	58,156	57,533
21	164,241	191,741	193,493	78,838	38,391	169,063	59,306	58,162	57,475
22	164,348	191,912	193,486	78,964	38,382	169,079	59,227	58,160	57,508
23	164,329	191,896	193,476	78,855	38,385	169,106	59,129	58,156	57,526
24	164,317	191,857	193,474	78,936	38,379	169,088	59,138	58,154	57,554
25	164,356	191,864	193,482	78,988	38,382	169,094	59,208	58,159	57,505
26	164,344	191,804	193,486	79,002	38,379	169,069	59,219	58,158	57,530
27	164,337	191,870	193,474	78,897	38,383	169,063	59,224	58,162	57,467
28	164,352	191,934	193,465	78,895	38,384	169,087	59,114	58,154	57,556
29	164,303	191,808	193,490	78,865	38,392	169,106	58,993	58,153	57,574
30	164,343	191,892	193,479	78,943	38,380	169,101	59,303	58,163	57,456

№ варианта									
№	28			29			30		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	145,295	198,779	80,143	15,886	103,250	58,172	41,165	50,484	15,608
2	145,253	198,827	80,148	15,895	103,245	58,282	41,266	50,570	15,541
3	145,272	198,801	80,152	15,902	103,248	58,234	41,163	50,490	15,559
4	145,249	198,819	80,149	15,900	103,247	58,198	41,051	50,400	15,470
5	145,276	198,795	80,147	15,903	103,249	58,320	41,222	50,548	15,604
6	145,251	198,812	80,149	15,900	103,247	58,265	41,062	50,408	15,513
7	145,237	198,847	80,157	15,897	103,249	58,338	41,246	50,544	15,613
8	145,289	198,780	80,147	15,901	103,250	58,315	41,149	50,459	15,449
9	145,246	198,825	80,143	15,907	103,243	58,374	41,003	50,325	15,431
10	145,253	198,816	80,151	15,913	103,240	58,240	41,040	50,411	15,433
11	145,281	198,812	80,150	15,904	103,245	58,191	41,255	50,554	15,598
12	145,193	198,933	80,165	15,910	103,243	58,302	41,212	50,527	15,556
13	145,260	198,838	80,156	15,907	103,244	58,187	41,061	50,424	15,471
14	145,275	198,812	80,156	15,904	103,244	58,310	41,288	50,596	15,607
15	145,273	198,806	80,147	15,896	103,250	58,282	41,005	50,353	15,483
16	145,229	198,853	80,154	15,908	103,245	58,293	41,097	50,419	15,437
17	145,283	198,792	80,147	15,895	103,251	58,280	41,232	50,539	15,569
18	145,284	198,787	80,148	15,909	103,243	58,282	41,218	50,549	15,565
19	145,259	198,784	80,147	15,908	103,246	58,215	41,133	50,443	15,527
20	145,275	198,822	80,158	15,905	103,243	58,229	41,198	50,525	15,583
21	145,268	198,823	80,153	15,904	103,244	58,294	41,331	50,615	15,675
22	145,253	198,836	80,153	15,908	103,243	58,155	41,095	50,420	15,487
23	145,240	198,865	80,158	15,909	103,239	58,199	41,159	50,484	15,500
24	145,270	198,817	80,152	15,894	103,248	58,170	41,113	50,443	15,525
25	145,258	198,813	80,147	15,908	103,242	58,299	41,192	50,516	15,542
26	145,265	198,809	80,151	15,908	103,241	58,239	41,159	50,478	15,493
27	145,219	198,871	80,162	15,897	103,246	58,237	41,135	50,468	15,584
28	145,298	198,745	80,150	15,899	103,246	58,288	41,126	50,458	15,487
29	145,254	198,844	80,151	15,903	103,243	58,163	41,191	50,512	15,567
30	145,284	198,814	80,142	15,905	103,244	58,277	41,084	50,433	15,501

### Практическая работа №3 «Выявление основных причин появления проблемы на основании анализа диаграммы Парето»

**Цель работы:** Получить сведения о назначении и методах построения диаграммы Парето и получить практические навыки ее построения.

**Задание:** Построить диаграмму Парето на основании различных представлений исходных статистических данных.

#### *Основные сведения*

##### *Назначение диаграммы Парето*

Диаграмма Парето позволяет распределить усилия для разрешения возникающих проблем и установить основные факторы, с которых нужно начинать действовать с целью преодоления возникающих проблем.

Диаграмма Парето — это инструмент, позволяющий распределить усилия разрешения возникающих проблем и выявить основные причины, с которых нужно начинать действовать. Другими словами анализ диаграммы позволяет определить 20% причин, которые вызывают 80% проблем, соответственно устранение этих причин может решить большую часть проблем с наименьшими затратами.

Различают 2 вида диаграмм Парето:

#### 1. Диаграмма Парето по результатам деятельности.

Эта диаграмма предназначена для выявления главной проблемы и выявляет следующие нежелательные результаты деятельности:

- качество: дефекты, поломки, ошибки, отказы, рекламации, ремонты, возвраты продукции;
- себестоимость: объем потерь, затраты;
- сроки поставок: нехватка запасов, ошибки в составлении счетов, срыв сроков поставок;
- безопасность: несчастные случаи, трагические ошибки, аварии.

#### 2. Диаграмма Парето по причинам.

Эта диаграмма отражает причины проблем, возникающих в ходе производства, и используется для выявления главной из них:

- исполнитель работы: смена, бригада, возраст, опыт работы, квалификация, индивидуальные характеристики;
- оборудование: станки, агрегаты, инструменты, оснастка, модели, штампы;
- сырье: изготовитель, вид сырья, завод-поставщик, партия;
- метод работы: условия производства, заказы-наряды, последовательность операций;
- измерения: точность (указаний, чтения, приборная), верность и поверяемость (умение дать одинаковое указание в последующих измерениях одного и того же значения), стабильность (повторяемость в течение длительного периода), совместная точность, т.е. вместе с приборной точностью и тарированием прибора, тип измерительного прибора (аналоговый или цифровой).

В повседневной деятельности по контролю и управлению качеством постоянно возникают всевозможные проблемы, связанные, например, с появлением брака, неполадками оборудования, увеличением времени от выпуска партии изделий до ее сбыта, наличием на складе нереализованной продукции, поступлением рекламаций.

### *Построение диаграммы Парето*

Построение диаграммы Парето начинают с классификации возникающих проблем по отдельным факторам (например, проблемы, относящиеся к браку; проблемы, относящиеся к работе оборудования или исполнителей, и т.д.). Затем производят сбор и анализ статистического материала по каждому фактору, чтобы выяснить, какие из этих факторов являются преобладающими при решении проблем.

В прямоугольной системе координат по оси абсцисс откладывают равные отрезки, соответствующие рассматриваемым факторам, а по оси ординат – величину их вклада в решаемую проблему. При этом порядок расположения факторов таков, что влияние каждого последующего фактора, расположенного по оси абсцисс, уменьшается по сравнению с предыдущим фактором (или группой факторов). В результате получается диаграмма в виде столбчатого графика, столбики которого соответствуют отдельным факторам, являющимся причинами возникновения проблемы, и высота столбиков уменьшается слева направо, как показано на рисунке 1.

Суммируя последовательно высоту всех столбиков гистограммы, строим ломаную кумулятивную кривую, которая называется кривой Парето или диаграммой Парето (рисунок 2).

На рисунке 2 приведена диаграмма Парето, построенная по видам брака сверхбольших интегральных схем (СБИС), где по оси абсцисс отложены факторы (технологические операции), в итоге которых появился тот или иной дефект СБИС, а по оси ординат — относительная доля числа дефектов в зависимости от рассматриваемого фактора, т.е. отношение числа дефектов  $d_i$  в результате отдельной технологической операции к общему числу всех дефектов  $d$  готовых СБИС.

На рисунках 1 и 2 введены следующие обозначения: 1 – напайка (или припайка) 26 %; 2 – герметизация 22 %; 3 – разварка выводов 19 %; 4 – фотолитография 18%; 5 – осаждение диэлектрика 7 %; 6 – диффузия (или ионная имплантация) 5 %; 7 – металлизация 3 %.

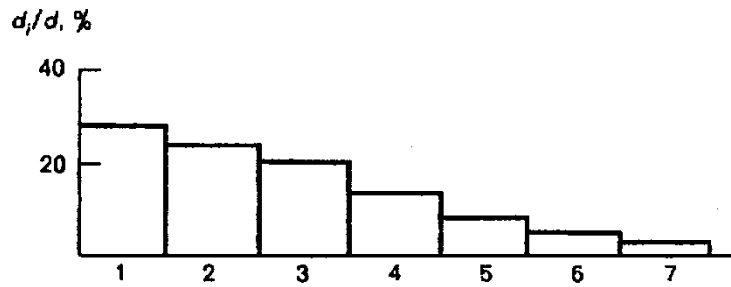


Рисунок 1 – Технологические операции

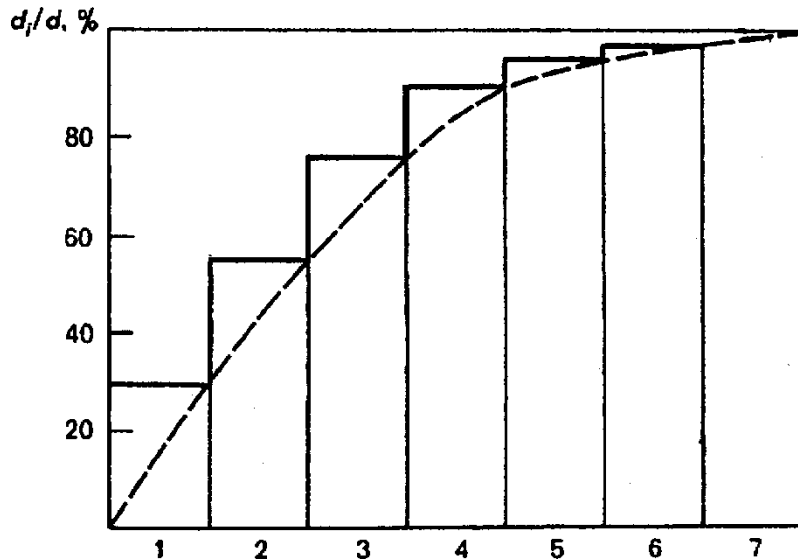


Рисунок 2 – Гистограмма распределения вклада дефектов различных технологических операций - накопленная гистограмма дефектов и кривая Парето (штриховая линия)

Виды дефектов в зависимости от технологической операции ранжированы на рисунке 1 в порядке относительного вклада их частоты появления в суммарное количество видов дефектов готовых интегральных схем, которое принято за 100 %. Как видно из рисунка 1 наибольший процент брака готовой продукции (67 % всего брака готовой продукции) дают первые три технологические операции (напайка кристалла, герметизация, разводка выводов), которые представляют собой сборочные операции.

Среди операций изготовления кристалла первенствующее положение занимает фотолитография (18 %), в то время как все остальные технологические операции дают только 15 % общего числа брака при изготовлении интегральных схем. Отсюда можно сделать вывод, что необходимо особое внимание обратить на сборочные операции, а среди технологических операций изготовления кристалла следует проанализировать операцию фотолитографии с точки зрения качества интегральных схем.

Таким образом, построение диаграммы Парето состоит из следующих этапов:

**Этап 1.** Решаем, какие проблемы надлежит исследовать и как собирать данные.

1. Какого типа проблемы мы хотим исследовать?

Например, дефектные изделия, потери в деньгах, несчастные случаи.

2. Какие данные надо собрать и как их классифицировать?

Например, по видам дефектов, по месту их появления, по процессам, по станкам, по рабочим, по технологическим причинам, по оборудованию, по методам измерения и применяемым измерительным средствам.

Примечание. Суммируем остальные нечасто встречающиеся признаки под общим заголовком "прочие".

3. Устанавливаем метод и период сбора данных.



Примечание. Если это рекомендуется, используем специальный бланк.

**Этап 2.** Разрабатываем контрольный листок для регистрации данных с перечнем видов собираемой информации. В нем надо предусмотреть место для графической регистрации данных проверок (табл. 1).

Таблица 1 – Контрольный листок регистрации данных

Типы дефектов	Группы данных	Итого
Трещины		10
Царапины		42
Пятна		6
Деформации		104
Разрыв		4
Раковины		20
Прочие		14
ИТОГО		200

**Этап 3.** Заполняем листок регистрации данных и подсчитываем итоги.

**Этап 4.** Для построения диаграммы Парето разрабатываем бланк таблицы для проверок данных, предусмотрев в нем графы для итогов по каждому проверяемому признаку в отдельности, накопленной суммы числа дефектов, процентов к общему итогу и накопленных процентов (табл. 2).

**Этап 5.** Располагаем данные, полученные по каждому проверяемому признаку, в порядке значимости и заполняем таблицу.

Примечание. Группу "прочие" надо поместить в последнюю строку независимо от того, насколько большим получилось число, так как ее составляет совокупность признаков, числовой результат по каждому из которых меньше, чем самое маленькое значение, полученное для признака, выделенного в отдельную строку.

Таблица 2 - Таблица данных для построения диаграммы Парето

Типы дефектов	Число дефектов	Накопленная сумма числа дефектов	Процент числа дефектов по каждому признаку в общей сумме	Накопленный процент
Деформация	104	104	52	52
Царапины	42	146	21	73
Раковины	20	166	10	83
Трещины	10	176	5	88
Пятна	6	182	3	91
Разрыв	4	186	2	93
Прочие	14	200	7	100
ИТОГО	200	-	100	-

**Этап 6.** Чертим одну горизонтальную и две вертикальные оси.

1. Вертикальные оси: левая ось, аналогична вертикальной оси на рис. 1. Наносим на эту ось шкалу с интервалами от 0 до числа, соответствующего общему итогу; правая ось, аналогична вертикальной оси на рис. 2. Наносим на эту ось шкалу с интервалами от 0 до 100 %.

2. Горизонтальная ось. Разделяем эту ось на интервалы в соответствии с числом контролируемых признаков.

**Этап 7.** Строим столбиковую диаграмму (рис. 1).

**Этап 8.** Чертим кумулятивную кривую (кривую Парето), рис. 2.

На вертикалях, соответствующих правым концам каждого интервала на горизонтальной оси, наносим точки накопленных сумм (результатов или процентов) и соединяем их между собой отрезками прямых.

**Этап 9.** Наносим на диаграмму все обозначения и надписи.

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

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

### ***Выполнение работы***

Получив задание для выполнения практической работы, студент изучает методику построения диаграммы Парето. Далее строит диаграмму вручную первым и вторым способом. В отчёте по практической работе должны найти отражение следующие пункты:

- название практической работы;
- цель работы;
- индивидуальное задание для выполнения практической работы;
- краткие теоретические сведения;
- краткое описание хода выполнения работы;
- результаты выполнения работы: две диаграммы Парето (столбчатый график и кумулятивная кривая);
- подробные выводы по работе о том, какие причины доминируют.

### ***Контрольные вопросы***

- 1) Назовите назначение диаграммы Парето.
- 2) Что является исходными данными для построения диаграммы Парето?
- 3) Каков порядок построения диаграммы Парето?
- 4) Что характеризуют основные параметры распределения?
- 5) Назовите основные виды диаграммы Парето.
- 6) Из каких основных частей состоит диаграмма Парето?

**Задание к практической работе №3**  
**Построение диаграммы Парето первым способом**

№ варианта						
№	1	2	3	4	5	6
1	Причина В	Причина В	Причина А	Причина А	Причина С	Причина С
2	Причина А	Причина F	Причина С	Причина В	Причина А	Причина А
3	Причина В	Причина F	Причина F	Причина А	Причина F	Причина F
4	Причина А	Причина А	Причина С	Причина А	Причина А	Причина D
5	Причина F	Причина F	Причина С	Причина Е	Причина А	Причина А
6	Причина F	Причина В	Причина F	Причина F	Причина С	Причина В
7	Причина А	Причина F	Причина А	Причина F	Причина В	Причина F
8	Причина А	Причина F	Причина С	Причина D	Причина F	Причина F
9	Причина В	Причина А	Причина С	Причина А	Причина А	Причина А
10	Причина F	Причина В	Причина С	Причина Е	Причина В	Причина F
11	Причина F	Причина В	Причина F	Причина F	Причина В	Причина F
12	Причина А	Причина F	Причина С	Причина В	Причина С	Причина F
13	Причина F	Причина В	Причина D	Причина F	Причина F	Причина F
14	Причина F	Причина С	Причина С	Причина D	Причина В	Причина С
15	Причина А	Причина F	Причина А	Причина А	Причина В	Причина В
16	Причина А	Причина А	Причина С	Причина F	Причина F	Причина F
17	Причина F	Причина F	Причина С	Причина F	Причина F	Причина F
18	Причина А	Причина D	Причина А	Причина С	Причина В	Причина С
19	Причина F	Причина А	Причина А	Причина В	Причина А	Причина А
20	Причина F	Причина F	Причина А	Причина F	Причина F	Причина F
21	Причина В	Причина А	Причина С	Причина F	Причина F	Причина В
22	Причина В	Причина А	Причина С	Причина F	Причина А	Причина F
23	Причина F	Причина А	Причина С	Причина В	Причина F	Причина F
24	Причина F	Причина F	Причина С	Причина А	Причина А	Причина F
25	Причина В	Причина А	Причина С	Причина F	Причина А	Причина F
26	Причина Е	Причина А	Причина F	Причина В	Причина А	Причина F
27	Причина А	Причина D	Причина С	Причина D	Причина С	Причина F
28	Причина F	Причина F	Причина С	Причина F	Причина А	Причина А
29	Причина А	Причина А	Причина С	Причина В	Причина А	Причина F
30	Причина А	Причина F	Причина С	Причина В	Причина В	Причина F

№ варианта						
№	1	2	3	4	5	6
31	Причина В	Причина В	Причина С	Причина В	Причина А	Причина В
32	Причина В	Причина А	Причина А	Причина F	Причина С	Причина В
33	Причина А	Причина С	Причина С	Причина В	Причина F	Причина А
34	Причина В	Причина F	Причина С	Причина А	Причина F	Причина F
35	Причина F	Причина В	Причина С	Причина F	Причина А	Причина А
36	Причина F	Причина F	Причина F	Причина А	Причина А	Причина С
37	Причина F	Причина А	Причина С	Причина А	Причина F	Причина С
38	Причина F	Причина С	Причина А	Причина А	Причина С	Причина С
39	Причина F	Причина А	Причина С	Причина А	Причина В	Причина А
40	Причина В	Причина А	Причина С	Причина F	Причина А	Причина F
41	Причина F	Причина F	Причина С	Причина А	Причина С	Причина F
42	Причина В	Причина F	Причина А	Причина Е	Причина А	Причина F
43	Причина А	Причина D	Причина С	Причина А	Причина В	Причина F
44	Причина А	Причина F	Причина С	Причина D	Причина А	Причина В
45	Причина А	Причина F	Причина А	Причина В	Причина F	Причина В
46	Причина В	Причина А	Причина F	Причина D	Причина А	Причина С
47	Причина А	Причина F	Причина С	Причина F	Причина С	Причина А
48	Причина А	Причина А	Причина С	Причина F	Причина В	Причина В
49	Причина А	Причина F	Причина С	Причина В	Причина А	Причина F
50	Причина А	Причина F	Причина А	Причина F	Причина В	Причина А
51	Причина F	Причина F	Причина С	Причина А	Причина А	Причина В
52	Причина В	Причина F	Причина F	Причина D	Причина F	Причина А
53	Причина А	Причина F	Причина С	Причина D	Причина F	Причина В
54	Причина F	Причина А	Причина F	Причина D	Причина А	Причина F
55	Причина F	Причина F	Причина А	Причина D	Причина А	Причина F
56	Причина А	Причина F	Причина F	Причина D	Причина А	Причина С
57	Причина В	Причина А	Причина А	Причина Е	Причина А	Причина В
58	Причина F	Причина В	Причина С	Причина F	Причина А	Причина С
59	Причина F	Причина F	Причина F	Причина F	Причина F	Причина F
60	Причина D	Причина А	Причина F	Причина А	Причина F	Причина F

№ варианта						
№	7	8	9	10	11	12
1	Причина F	Причина A	Причина C	Причина A	Причина D	Причина A
2	Причина B	Причина F	Причина A	Причина F	Причина B	Причина A
3	Причина A	Причина F	Причина C	Причина A	Причина D	Причина A
4	Причина B	Причина A	Причина C	Причина A	Причина F	Причина F
5	Причина B	Причина A	Причина A	Причина F	Причина D	Причина A
6	Причина A	Причина A	Причина F	Причина A	Причина A	Причина A
7	Причина F	Причина F	Причина B	Причина A	Причина B	Причина A
8	Причина B	Причина A	Причина B	Причина F	Причина B	Причина A
9	Причина B	Причина F	Причина A	Причина A	Причина A	Причина F
10	Причина C	Причина D	Причина A	Причина A	Причина D	Причина A
11	Причина C	Причина A	Причина C	Причина B	Причина B	Причина D
12	Причина A	Причина F	Причина A	Причина F	Причина B	Причина A
13	Причина B	Причина F	Причина C	Причина F	Причина D	Причина C
14	Причина B	Причина B	Причина F	Причина A	Причина C	Причина F
15	Причина F	Причина F	Причина C	Причина B	Причина F	Причина A
16	Причина F	Причина A	Причина C	Причина A	Причина A	Причина F
17	Причина B	Причина F	Причина B	Причина A	Причина D	Причина B
18	Причина F	Причина D	Причина C	Причина E	Причина B	Причина F
19	Причина F	Причина F	Причина C	Причина F	Причина B	Причина A
20	Причина B	Причина F	Причина C	Причина F	Причина F	Причина F
21	Причина A	Причина F	Причина A	Причина B	Причина A	Причина C
22	Причина B	Причина F	Причина C	Причина F	Причина D	Причина C
23	Причина F	Причина A	Причина F	Причина D	Причина D	Причина F
24	Причина F	Причина A	Причина A	Причина A	Причина B	Причина A
25	Причина F	Причина A	Причина A	Причина E	Причина F	Причина C
26	Причина F	Причина F	Причина B	Причина A	Причина B	Причина A
27	Причина A	Причина C	Причина C	Причина C	Причина D	Причина A
28	Причина A	Причина A	Причина C	Причина D	Причина A	Причина A
29	Причина B	Причина C	Причина F	Причина A	Причина B	Причина F
30	Причина B	Причина F	Причина F	Причина A	Причина F	Причина C

№ варианта						
№	7	8	9	10	11	12
31	Причина А	Причина А	Причина В	Причина А	Причина F	Причина F
32	Причина В	Причина С	Причина F	Причина А	Причина F	Причина D
33	Причина F	Причина А	Причина С	Причина D	Причина D	Причина А
34	Причина С	Причина А	Причина С	Причина А	Причина D	Причина А
35	Причина F	Причина А	Причина С	Причина D	Причина F	Причина F
36	Причина В	Причина В	Причина С	Причина С	Причина F	Причина А
37	Причина В	Причина А	Причина А	Причина А	Причина А	Причина F
38	Причина С	Причина С	Причина С	Причина А	Причина F	Причина F
39	Причина В	Причина F	Причина С	Причина А	Причина D	Причина А
40	Причина F	Причина А	Причина F	Причина А	Причина F	Причина F
41	Причина F	Причина F	Причина С	Причина F	Причина D	Причина А
42	Причина В	Причина F	Причина F	Причина F	Причина D	Причина А
43	Причина D	Причина F	Причина В	Причина А	Причина D	Причина F
44	Причина А	Причина В	Причина В	Причина F	Причина D	Причина А
45	Причина В	Причина E	Причина С	Причина А	Причина D	Причина E
46	Причина F	Причина F	Причина F	Причина А	Причина А	Причина F
47	Причина F	Причина С	Причина А	Причина E	Причина D	Причина F
48	Причина D	Причина F	Причина F	Причина В	Причина D	Причина А
49	Причина В	Причина А	Причина С	Причина F	Причина F	Причина F
50	Причина D	Причина F	Причина F	Причина А	Причина F	Причина В
51	Причина F	Причина А	Причина С	Причина А	Причина D	Причина F
52	Причина А	Причина F	Причина С	Причина F	Причина D	Причина А
53	Причина D	Причина А	Причина С	Причина В	Причина В	Причина F
54	Причина F	Причина В	Причина С	Причина F	Причина D	Причина F
55	Причина F	Причина С	Причина А	Причина D	Причина F	Причина А
56	Причина С	Причина F	Причина С	Причина А	Причина В	Причина F
57	Причина А	Причина А	Причина А	Причина С	Причина D	Причина С
58	Причина А	Причина F	Причина А	Причина А	Причина D	Причина А
59	Причина А	Причина F	Причина С	Причина F	Причина D	Причина А
60	Причина А	Причина С	Причина В	Причина С	Причина А	Причина А

№ варианта						
№	13	14	15	16	17	18
1	Причина В	Причина В	Причина А	Причина А	Причина В	Причина А
2	Причина С	Причина А	Причина В	Причина А	Причина В	Причина С
3	Причина В	Причина А	Причина F	Причина В	Причина В	Причина В
4	Причина В	Причина А	Причина В	Причина А	Причина D	Причина А
5	Причина В	Причина F	Причина А	Причина F	Причина В	Причина D
6	Причина С	Причина D	Причина В	Причина F	Причина F	Причина А
7	Причина С	Причина В	Причина F	Причина А	Причина В	Причина F
8	Причина В	Причина F	Причина F	Причина F	Причина F	Причина С
9	Причина С	Причина В	Причина А	Причина А	Причина F	Причина F
10	Причина F	Причина А	Причина В	Причина А	Причина С	Причина F
11	Причина F	Причина А	Причина В	Причина С	Причина С	Причина F
12	Причина В	Причина А	Причина F	Причина А	Причина В	Причина F
13	Причина С	Причина В	Причина F	Причина F	Причина В	Причина А
14	Причина С	Причина А	Причина А	Причина А	Причина F	Причина F
15	Причина С	Причина F	Причина F	Причина А	Причина С	Причина В
16	Причина F	Причина В	Причина F	Причина F	Причина F	Причина А
17	Причина F	Причина F	Причина В	Причина В	Причина А	Причина В
18	Причина F	Причина В	Причина А	Причина А	Причина С	Причина В
19	Причина F	Причина А	Причина В	Причина А	Причина С	Причина F
20	Причина С	Причина D	Причина F	Причина F	Причина С	Причина А
21	Причина В	Причина F	Причина F	Причина А	Причина В	Причина С
22	Причина В	Причина D	Причина F	Причина С	Причина С	Причина В
23	Причина С	Причина F	Причина F	Причина А	Причина F	Причина F
24	Причина В	Причина В	Причина F	Причина F	Причина С	Причина F
25	Причина В	Причина С	Причина В	Причина А	Причина В	Причина В
26	Причина В	Причина F	Причина F	Причина F	Причина F	Причина F
27	Причина С	Причина F	Причина F	Причина D	Причина С	Причина А
28	Причина С	Причина А	Причина F	Причина С	Причина F	Причина А
29	Причина F	Причина F	Причина А	Причина А	Причина С	Причина F
30	Причина С	Причина А	Причина F	Причина А	Причина В	Причина F



№ варианта						
№	13	14	15	16	17	18
31	Причина С	Причина F	Причина F	Причина В	Причина В	Причина Е
32	Причина С	Причина F	Причина F	Причина F	Причина F	Причина С
33	Причина F	Причина F	Причина В	Причина А	Причина F	Причина А
34	Причина F	Причина Е	Причина F	Причина F	Причина В	Причина Е
35	Причина F	Причина F	Причина В	Причина А	Причина F	Причина F
36	Причина В	Причина F	Причина F	Причина А	Причина С	Причина F
37	Причина F	Причина F	Причина А	Причина С	Причина F	Причина F
38	Причина С	Причина А	Причина А	Причина А	Причина F	Причина А
39	Причина В	Причина С	Причина F	Причина В	Причина С	Причина В
40	Причина С	Причина F	Причина Е	Причина А	Причина F	Причина F
41	Причина С	Причина F	Причина F	Причина А	Причина А	Причина В
42	Причина С	Причина F	Причина А	Причина А	Причина С	Причина А
43	Причина С	Причина В	Причина F	Причина F	Причина А	Причина D
44	Причина F	Причина А	Причина А	Причина F	Причина С	Причина В
45	Причина F	Причина F	Причина F	Причина А	Причина С	Причина F
46	Причина В	Причина А	Причина С	Причина F	Причина С	Причина F
47	Причина С	Причина В	Причина F	Причина А	Причина В	Причина А
48	Причина С	Причина А	Причина С	Причина F	Причина В	Причина В
49	Причина F	Причина D	Причина А	Причина С	Причина С	Причина А
50	Причина С	Причина F	Причина F	Причина В	Причина С	Причина F
51	Причина F	Причина А	Причина В	Причина А	Причина С	Причина В
52	Причина С	Причина D	Причина С	Причина А	Причина С	Причина Е
53	Причина С	Причина D	Причина F	Причина А	Причина F	Причина С
54	Причина В	Причина F	Причина В	Причина А	Причина В	Причина А
55	Причина В	Причина С	Причина В	Причина А	Причина В	Причина А
56	Причина С	Причина F	Причина В	Причина А	Причина С	Причина В
57	Причина В	Причина В	Причина В	Причина А	Причина С	Причина Е
58	Причина F	Причина F	Причина В	Причина F	Причина F	Причина А
59	Причина С	Причина F	Причина С	Причина F	Причина С	Причина Е
60	Причина С	Причина А	Причина А	Причина А	Причина С	Причина В

№ варианта						
№	19	20	21	22	23	24
1	Причина А	Причина В	Причина А	Причина В	Причина F	Причина А
2	Причина D	Причина D	Причина А	Причина С	Причина F	Причина В
3	Причина А	Причина С	Причина А	Причина F	Причина D	Причина В
4	Причина F	Причина D	Причина А	Причина А	Причина D	Причина А
5	Причина А	Причина D	Причина А	Причина С	Причина F	Причина А
6	Причина F	Причина D	Причина А	Причина С	Причина D	Причина F
7	Причина А	Причина В	Причина А	Причина С	Причина F	Причина А
8	Причина F	Причина В	Причина В	Причина В	Причина F	Причина F
9	Причина F	Причина В	Причина А	Причина А	Причина В	Причина А
10	Причина А	Причина В	Причина F	Причина С	Причина А	Причина А
11	Причина А	Причина В	Причина В	Причина С	Причина F	Причина А
12	Причина А	Причина В	Причина В	Причина F	Причина D	Причина А
13	Причина F	Причина С	Причина В	Причина С	Причина D	Причина А
14	Причина А	Причина D	Причина А	Причина С	Причина F	Причина А
15	Причина F	Причина F	Причина А	Причина В	Причина F	Причина А
16	Причина В	Причина В	Причина А	Причина F	Причина D	Причина В
17	Причина А	Причина F	Причина F	Причина F	Причина А	Причина F
18	Причина А	Причина В	Причина F	Причина С	Причина F	Причина А
19	Причина А	Причина F	Причина F	Причина F	Причина F	Причина А
20	Причина F	Причина С	Причина А	Причина А	Причина F	Причина F
21	Причина А	Причина В	Причина А	Причина F	Причина F	Причина А
22	Причина В	Причина F	Причина F	Причина С	Причина D	Причина А
23	Причина А	Причина D	Причина А	Причина С	Причина D	Причина А
24	Причина F	Причина D	Причина С	Причина F	Причина E	Причина В
25	Причина А	Причина D	Причина F	Причина С	Причина D	Причина В
26	Причина F	Причина В	Причина А	Причина F	Причина F	Причина А
27	Причина А	Причина F	Причина А	Причина F	Причина D	Причина F
28	Причина А	Причина D	Причина А	Причина С	Причина С	Причина А
29	Причина D	Причина В	Причина С	Причина С	Причина F	Причина F
30	Причина С	Причина В	Причина F	Причина F	Причина F	Причина А

№ варианта						
№	19	20	21	22	23	24
31	Причина С	Причина D	Причина F	Причина F	Причина С	Причина А
32	Причина А	Причина F	Причина F	Причина F	Причина Е	Причина А
33	Причина А	Причина D	Причина В	Причина В	Причина С	Причина А
34	Причина А	Причина D	Причина А	Причина F	Причина А	Причина В
35	Причина F	Причина F	Причина С	Причина В	Причина А	Причина F
36	Причина С	Причина В	Причина А	Причина С	Причина F	Причина D
37	Причина F	Причина В	Причина С	Причина А	Причина F	Причина А
38	Причина А	Причина D	Причина F	Причина С	Причина С	Причина А
39	Причина С	Причина F	Причина F	Причина А	Причина F	Причина В
40	Причина F	Причина F	Причина А	Причина F	Причина F	Причина F
41	Причина F	Причина F	Причина С	Причина А	Причина А	Причина А
42	Причина А	Причина В	Причина С	Причина А	Причина А	Причина А
43	Причина А	Причина D	Причина А	Причина F	Причина А	Причина F
44	Причина А	Причина F	Причина С	Причина F	Причина D	Причина А
45	Причина А	Причина F	Причина В	Причина F	Причина В	Причина А
46	Причина F	Причина F	Причина F	Причина F	Причина D	Причина А
47	Причина F	Причина F	Причина F	Причина F	Причина С	Причина В
48	Причина F	Причина В	Причина В	Причина А	Причина А	Причина А
49	Причина F	Причина D	Причина А	Причина А	Причина В	Причина F
50	Причина F	Причина F	Причина А	Причина F	Причина F	Причина А
51	Причина С	Причина D	Причина А	Причина F	Причина F	Причина А
52	Причина А	Причина F	Причина F	Причина F	Причина F	Причина А
53	Причина С	Причина В	Причина А	Причина F	Причина А	Причина А
54	Причина F	Причина В	Причина F	Причина А	Причина А	Причина А
55	Причина А	Причина В	Причина В	Причина F	Причина F	Причина А
56	Причина F	Причина F	Причина А	Причина С	Причина D	Причина А
57	Причина F	Причина А	Причина В	Причина А	Причина F	Причина F
58	Причина F	Причина D	Причина F	Причина С	Причина F	Причина F
59	Причина С	Причина F	Причина А	Причина F	Причина F	Причина А
60	Причина А	Причина А	Причина F	Причина С	Причина А	Причина А

№ варианта						
№	25	26	27	28	29	30
1	Причина D	Причина А	Причина А	Причина В	Причина А	Причина В
2	Причина D	Причина А	Причина А	Причина А	Причина В	Причина А
3	Причина D	Причина А	Причина А	Причина F	Причина В	Причина А
4	Причина D	Причина А	Причина А	Причина А	Причина F	Причина А
5	Причина D	Причина В	Причина А	Причина F	Причина F	Причина В
6	Причина D	Причина А	Причина А	Причина А	Причина F	Причина В
7	Причина D	Причина F	Причина А	Причина F	Причина С	Причина А
8	Причина D	Причина А	Причина А	Причина В	Причина А	Причина С
9	Причина D	Причина В	Причина А	Причина F	Причина А	Причина F
10	Причина D	Причина В	Причина D	Причина А	Причина А	Причина А
11	Причина D	Причина А	Причина А	Причина В	Причина F	Причина В
12	Причина D	Причина В	Причина А	Причина А	Причина А	Причина А
13	Причина F	Причина В	Причина А	Причина С	Причина В	Причина F
14	Причина С	Причина С	Причина А	Причина С	Причина В	Причина А
15	Причина D	Причина А	Причина А	Причина F	Причина А	Причина А
16	Причина D	Причина В	Причина D	Причина F	Причина D	Причина F
17	Причина E	Причина А	Причина F	Причина А	Причина F	Причина А
18	Причина F	Причина С	Причина А	Причина F	Причина В	Причина С
19	Причина D	Причина А	Причина D	Причина F	Причина А	Причина F
20	Причина С	Причина F	Причина F	Причина F	Причина F	Причина А
21	Причина F	Причина F	Причина С	Причина F	Причина F	Причина F
22	Причина С	Причина В	Причина А	Причина С	Причина F	Причина В
23	Причина D	Причина А	Причина D	Причина С	Причина В	Причина А
24	Причина D	Причина А	Причина А	Причина F	Причина F	Причина В
25	Причина F	Причина F	Причина F	Причина С	Причина В	Причина F
26	Причина F	Причина А	Причина А	Причина F	Причина В	Причина F
27	Причина F	Причина В	Причина F	Причина F	Причина А	Причина А
28	Причина D	Причина В	Причина А	Причина А	Причина F	Причина С
29	Причина D	Причина А	Причина А	Причина F	Причина А	Причина F
30	Причина F	Причина А	Причина F	Причина А	Причина А	Причина А

№ варианта						
№	25	26	27	28	29	30
31	Причина С	Причина А	Причина А	Причина В	Причина В	Причина В
32	Причина С	Причина А	Причина F	Причина А	Причина В	Причина F
33	Причина D	Причина А	Причина А	Причина F	Причина D	Причина С
34	Причина F	Причина В	Причина А	Причина F	Причина А	Причина В
35	Причина С	Причина В	Причина D	Причина А	Причина F	Причина F
36	Причина F	Причина В	Причина F	Причина С	Причина А	Причина В
37	Причина D	Причина А	Причина D	Причина С	Причина А	Причина F
38	Причина С	Причина В	Причина А	Причина В	Причина В	Причина А
39	Причина D	Причина В	Причина А	Причина А	Причина F	Причина А
40	Причина D	Причина А	Причина А	Причина F	Причина В	Причина А
41	Причина А	Причина F	Причина А	Причина С	Причина А	Причина А
42	Причина С	Причина С	Причина D	Причина В	Причина С	Причина F
43	Причина С	Причина А	Причина А	Причина С	Причина С	Причина А
44	Причина F	Причина E	Причина F	Причина А	Причина F	Причина А
45	Причина С	Причина А	Причина F	Причина С	Причина В	Причина В
46	Причина F	Причина А	Причина А	Причина А	Причина А	Причина F
47	Причина С	Причина А	Причина F	Причина С	Причина С	Причина А
48	Причина D	Причина А	Причина А	Причина С	Причина С	Причина F
49	Причина С	Причина А	Причина А	Причина F	Причина А	Причина С
50	Причина F	Причина А	Причина F	Причина F	Причина А	Причина F
51	Причина E	Причина А	Причина F	Причина F	Причина F	Причина А
52	Причина F	Причина F	Причина А	Причина F	Причина А	Причина F
53	Причина F	Причина F	Причина А	Причина F	Причина F	Причина F
54	Причина С	Причина F	Причина А	Причина С	Причина С	Причина А
55	Причина F	Причина F	Причина А	Причина А	Причина А	Причина А
56	Причина E	Причина А	Причина А	Причина А	Причина А	Причина А
57	Причина F	Причина F	Причина А	Причина С	Причина F	Причина А
58	Причина F	Причина F	Причина А	Причина С	Причина F	Причина В
59	Причина D	Причина А	Причина А	Причина А	Причина F	Причина F
60	Причина F	Причина А	Причина А	Причина С	Причина А	Причина А

## 8.1. Построение диаграммы Парето первым способом

№ варианта										
Причины	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Причина А	40	90	93	96	95	93	51	18	16	93
Причина В	101	29	100	91	103	63	51	64	50	7
Причина С	42	50	85	79	26	15	69	90	18	11
Причина D	9	28	81	49	9	68	10	12	86	34
Причина E	33	55	100	5	91	99	22	95	92	15
Причина F	8	29	48	58	93	80	33	26	77	70
Причина G	59	60	43	61	16	70	16	75	52	97
Прочие	3	7	38	5	2	11	9	4	16	4

№ варианта										
Причины	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Причина А	45	88	23	37	33	18	96	30	44	60
Причина В	55	63	88	34	10	62	98	61	61	80
Причина С	21	74	76	60	36	53	82	13	36	97
Причина D	70	23	101	29	18	94	24	96	76	61
Причина E	28	5	19	77	100	93	30	20	54	102
Причина F	97	47	78	75	80	31	40	62	93	57
Причина G	45	93	9	27	66	78	61	33	40	73
Прочие	13	5	4	25	2	13	10	7	18	53

№ варианта										
Причины	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Причина А	36	54	27	38	88	33	15	89	87	87
Причина В	61	61	33	24	35	74	91	75	75	72
Причина С	102	48	59	14	76	22	50	34	28	16
Причина D	31	20	70	19	104	15	64	31	39	30
Причина E	81	57	40	23	92	52	38	62	81	68
Причина F	41	67	11	65	10	49	11	28	37	104
Причина G	87	103	91	25	34	19	93	51	67	25
Прочие	29	8	6	4	6	14	4	11	23	7

**Практическая работа №4**  
**«Построение контрольных карт по количественному признаку»**

**Цель работы:** Получить сведения о назначении, типах и методах построения контрольных карт по количественному признаку. Получить практические навыки построения этих контрольных карт.

**Задание:** Произвести построения контрольных карт по количественному признаку (см. задание) на основании данных контроля размера, получаемого в процессе изготовления выпускаемого изделия.

**Основные сведения**

**Контрольные карты по количественному (измеряемому) признаку**

Статистическое регулирование технологических процессов - это текущий контроль за производством и предупреждение брака путём своевременного вмешательства в технологический процесс.

Техническим вспомогательным средством статистического регулирования является контрольная карта, позволяющая наглядно отразить ход производственного процесса на диаграмме и, таким образом, выявить нарушения технологии. Контрольные карты - это линейные графики, наглядно представляющие результаты контроля.

При контроле по количественному признаку о состоянии технологического процесса судят как по арифметическому среднему значению контролируемого параметра, так и по рассеянию значений контролируемого параметра относительно этого среднего значения. Смещение среднего значения  $\Delta_{\delta}$  (в любую сторону) относительно середины поля допуска  $\Delta_{\sigma}$  и увеличение рассеяния приводит к увеличению доли дефектной продукции.

В качестве характеристик рассеяния при статистическом регулировании используют либо выборочное среднее квадратическое отклонение  $S$ , либо размах  $R$ . Вычисление размаха  $R$  проще, чем вычисление среднего квадратического отклонения. Однако  $S$  - более точная оценка среднего квадратического отклонения генеральной совокупности, чем  $R$ .

Применяют комбинированные контрольные карты, к которым относятся: карта « $X/S$ », карта « $X/R$ », дающие больше информации, чем карты с одной характеристикой.

Построению контрольной карты должно предшествовать предварительное исследование технологического процесса.

В ходе исследования:

- устанавливается связь между процессом и качеством продукции для выработки рекомендаций по наладке процесса;

если анализ показывает, что процесс находится в неуправляемом состоянии, и возможности процесса не соответствуют установленным требованиям, то необходимо определить причины сдвигов уровня процесса и способы настройки.

Кроме этого необходимо:

- убедиться, что выборочные средние арифметические  $\bar{X}$  распределены по нормальному закону;
- убедиться, что индивидуальные измерения, используемые для вычисления  $\bar{X}$ , проводятся измерительным инструментом, деление шкалы которого не превышает  $\sigma/2$ .

Для предварительного исследования технологического процесса на контроль отбирают, как минимум,  $N = 100$  единиц продукции.

При этом правильнее отбирать единицы продукции не подряд, а, например, каждую пятую, десятую и т.п., чтобы охватить возможно больший интервал времени работы оборудования.

У отобранных единиц продукции контролируют заданный параметр  $X$ .

Результаты контроля заносят в специальную таблицу.

Объём выборки  $n$  устанавливают не менее трёх и не более десяти единиц продукции.

По результатам контроля для каждой выборки вычисляют статистические характеристики:  $\bar{X}_i, \tilde{X}_i, S_i, R_i$ , где  $\tilde{X}$  - медиана. По этим данным вычисляют оценку параметров  $\mu$  и  $\sigma$ . Оценку параметра  $\mu$  получают как среднее арифметическое значений  $\bar{X}_i$  - арифметических средних значений в выборках:

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

$$\bar{X}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{ij}$$

$$(i=1,2,\dots,k) \quad (j=1,2,\dots,n)$$

Оценку параметра  $\sigma$  можно получить тремя методами. Первый метод даёт наиболее точную оценку  $\sigma$ .

$$\sigma = S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{\bar{X}})^2}$$

где  $N$  - объём контроля;

$X_i$  - результат каждого контроля из  $N$  единиц продукции;

$\bar{\bar{X}}$  - среднее арифметическое результатов контроля.

Второй метод даёт менее точную оценку  $\sigma$ , но более прост для вычислений. Оценку  $\sigma$  получают как среднее арифметическое  $k$  значений  $S_i$  умноженное на поправочный коэффициент  $C_2$  (таблица 1)

$$\sigma = \bar{S} \cdot C_2,$$

где

$$\bar{S} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k S_i$$

Таблица 1 – Значения коэффициента  $C_2$

Коэффициент $C_2$	Объём выборки, $n$							
	3	4	5	6	7	8	9	10
	0,89	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,97	0,97

Третий метод позволяет получить оценку  $\sigma$  как среднее арифметическое  $k$  значений размахов  $R_i$  делённое на поправочный коэффициент  $d_2$  (таблица 2)

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

где

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

Таблица 2 – Значения коэффициента  $d_2$

Коэффициент $d_2$	Объём выборки, $n$							
	3	4	5	6	7	8	9	10
	1.69	2.06	2.33	2.83	2.70	2.85	2.97	3.08



Если принимается первое решение, то выбирают контрольные карты, с помощью которых продолжают осуществлять статистическое регулирование.

Границы регулирования для контрольных карт вычисляют по формулам, приведённым в таблице 3.

Коэффициенты  $B_1$  и  $B_2$  принимаются по таблицах 1, 2, 3, 4, и таким образом, чтобы получить максимальное отношение  $L_0/L_1$ , где  $L_0$  соответствует средней длине серии выборки (ARL) для целевого уровня, а  $L_1$  - для уровней  $\mu_1$  или  $\mu_3$ .

Для S-карты и R- карты нижняя граница регулирования может не устанавливаться, так как достаточно следить за увеличением рассеяния.

После определения границ регулирования на  $\bar{X}$ -карте отмечают средние арифметические значения, полученные по результатам выборочного контроля, т.е.

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

где  $X_i$  - результаты единичного измерения;

$n$  - объём выборки;

Таблица 3 – Границы регулирования для контрольных карт

Наименование контрольных карт	Границы	Условия применения
Контрольная карта для арифметического среднего с предупреждающими границами	$\Gamma P_{BH} = \mu_0 \pm B_1 \sigma \sqrt{n}$ Предупреждающая $\mu_0 = \mu \pm B_2 \sigma \sqrt{n}$	Если $\sigma$ известна
Карта средних арифметических значений ( $\bar{X}$ карта)	Регулирования $\Gamma P_{BH} = \mu_0 \pm A_1 \sigma$	Если $\sigma$ известна
	Регулирования $\Gamma P_{BH} = \mu_0 \pm A_1 S$ $\Gamma P_{BH} = \mu_0 \pm A_2 \cdot \bar{s} \cdot C_2$ $\Gamma P_{BH} = \mu_0 \pm A_3 \cdot \bar{R} / d_2$	Если $\sigma$ неизвестна
Карта средних квадратичных значений (S - карта)	Регулирования $\Gamma P_B = B \cdot \bar{s}$	
Карта размахов (R-карта)	Регулирования $\Gamma P_B = D \cdot \bar{R}$	

На S - карте отмечают выборочные средние квадратические отклонения, вычисляемые по результатам контроля, т.е. ,

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

где n - объём выборки;

$X_i$  - результат единичного измерения;

$\bar{X}$  - среднее арифметическое значение результатов выборочного контроля  $X_i$ .

На R - карте отмечаются размахи, которые определяются как разность между максимальным и минимальным значениями контролируемого параметра X в выборке, т.е.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

### **Чтение контрольных карт**

*Зоны A, B, C*

Обычно для задания критериев поиска серий область контрольной карты над центральной линией и под ней делится на три "зоны" (рисунок 1).

По умолчанию, зона A определяется как область, расположенная на расстоянии от 2 до 3 сигма по обе стороны от центральной линии. Зона B определяется как область, отстоящая от центральной линии на расстояние от 1 до 2

*сигма*, а зона *C* - как область, расположенная между центральной линией по обе ее стороны и ограниченная прямой, проведенной на расстоянии одной *сигма* от центральной линии.

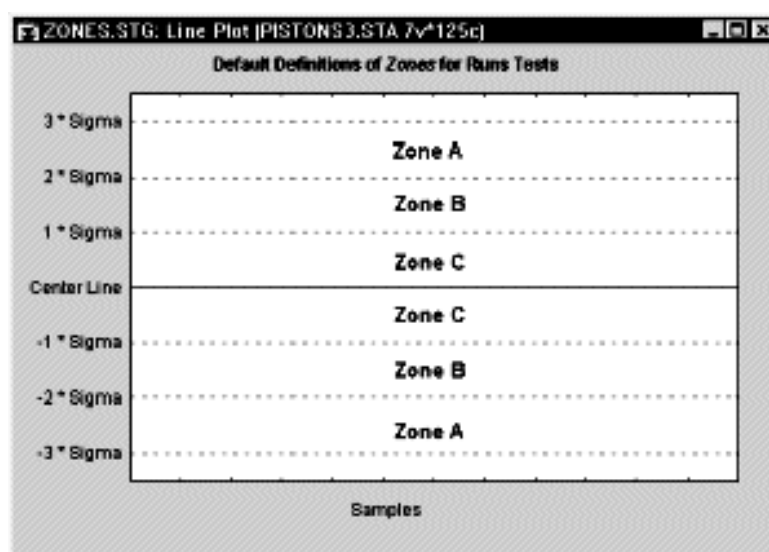


Рисунок 1 – Зоны А, В, С

*9 точек в зоне C или за ее пределами (с одной стороны от центральной линии)*

Если этот критерий выполняется (т.е. если на контрольной карте обнаружено такое расположение точек), то делается вывод о возможном изменении среднего значения процесса в целом. Заметим, что здесь делается предположение о симметричности распределения исследуемых характеристик качества во- круг среднего значения процесса на графике. Но это условие не выполняется, например, для R-карт, S-карт и большинства карт по альтернативному признаку. Тем не менее, данный критерий полезен для того, чтобы указать занимающемуся контролем качества инженеру на присутствие потенциальных трендов процесса. Например, здесь стоит обратить внимание на последовательные выборочные значения с изменчивостью ниже среднего, так как с их помощью можно догадаться, каким образом снизить вариацию процесса.

*6 точек монотонного роста или снижения, расположенные подряд*

Выполнение этого критерия сигнализирует о сдвиге среднего значения процесса. Часто такой сдвиг обусловлен изнашиванием инструмента, ухудшением технического обслуживания оборудования, повышением квалификации рабочего и т.п.

*14 точек подряд в "шахматном" порядке (через одну над и под центральной линией)*

Если этот критерий выполняется, то это указывает на действие двух сис- тематически изменяющихся причин, которое приводит к получению различных

результатов. Например, в данном случае может иметь место использование двух альтернативных поставщиков продукции или отслеживание двух различных альтернативных воздействий.

*2 из 3-х расположенных подряд точек попадают в зону А или выходят за ее пределы*

Этот критерий служит "ранним предупреждением" о начинающейся разладке процесса. Заметим, что для данного критерия вероятность получения ошибочного решения (критерий выполняется, однако процесс находится в нормальном режиме) в случае X-карт составляет приблизительно 2 %.

*4 из 5-ти расположенных подряд точек попадают в зону В или за ее пределы*

Как и предыдущий, этот критерий может рассматриваться в качестве ин-дикатора - "раннего предупреждения" о возможной разладке процесса. Процент принятия ошибочного решения о наличии разладки процесса для этого критерия также находится на уровне около 2%.

*15 точек подряд попадают в зону С (по обе стороны от центральной линии)*

Выполнение этого критерия указывает на более низкую изменчивость по сравнению с ожидаемой (на основании выбранных контрольных пределов).

*8 точек подряд попадают в зоны В, А или выходят за контрольные пределы, по обе стороны от центральной линии (без попадания в зону С)*

Выполнение этого критерия служит свидетельством того, что различные выборки подвержены влиянию различных факторов, в результате чего выборочные средние значения оказываются распределенными по бимодальному закону. Такая ситуация может сложиться, например, когда отмечаемые на X- карте выборки изделий были произведены двумя различными станками, один из которых производит изделия со значением контролируемой характеристики выше среднего, а другой - ниже.

### ***Порядок выполнения практической работы***

Получив задание для выполнения практической работы, студент изучает теоретические сведения, а далее строит контрольные карты Шухарта.

В отчёте по практической работе должны найти отражение следующие пункты:

- название практической работы;
- цель работы;
- индивидуальное задание для выполнения практической работы;
- краткие теоретические сведения;
- краткое описание хода выполнения работы;

- результаты выполнения работы: *распечатки контрольных карт* с обозначенными зонами А, В и С; *таблица тестов*; *сводный граф анализа*;
- подробные выводы по работе (о текущем состоянии технологического процесса).

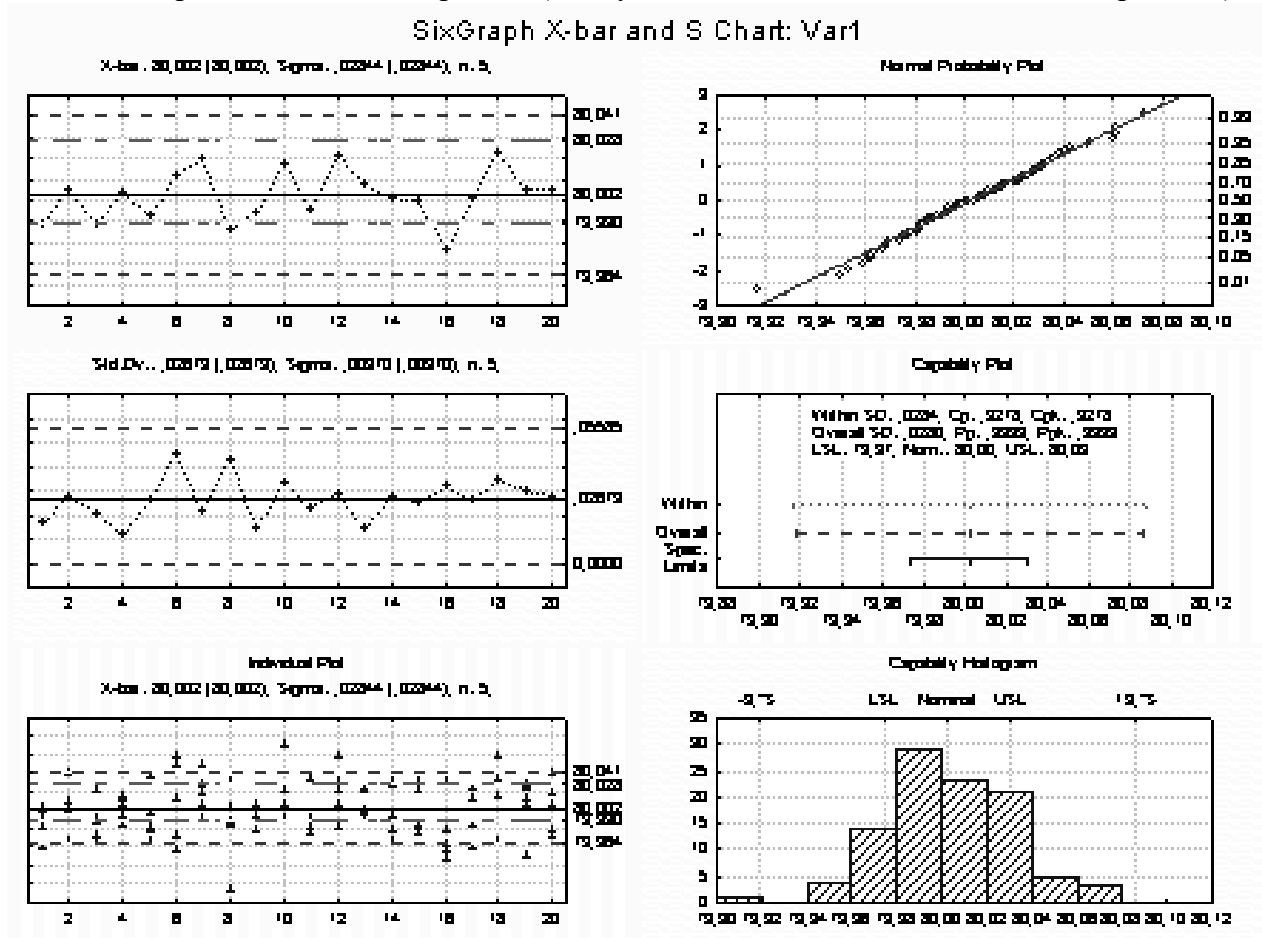


Рисунок 6 – Сводный график анализа

### ***Контрольные вопросы***

- 1) Что такое статистическое регулирование технологических процессов?
- 2) Что означает термин «количественные признаки»?
- 3) Какие бывают виды контрольных карт по количественному признаку?
- 4) Какие необходимо рассчитать значения для построения данных карт?
- 4) Какие признаки статистической неуправляемости существуют можно обнаружить на контрольной карте?

*Задание к практической работе*

№	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	15,869	83,960	55,882	90,633	82,058	22,127	69,035	80,400	80,246	69,130
2	15,730	84,022	55,821	90,629	82,036	22,118	68,900	80,311	80,250	69,130
3	15,869	83,985	55,916	90,630	82,050	22,147	68,809	80,384	80,250	69,130
4	15,734	84,050	55,946	90,640	82,097	22,139	68,867	80,223	80,247	69,130
5	15,869	83,921	55,844	90,628	82,073	22,084	68,895	80,418	80,246	69,131
6	15,645	84,004	55,872	90,634	82,031	22,129	68,931	80,385	80,246	69,130
7	15,700	84,021	55,921	90,630	82,071	22,110	68,862	80,414	80,246	69,130
8	15,718	83,889	55,907	90,633	81,901	22,105	68,938	80,428	80,246	69,130
9	15,747	83,976	55,954	90,634	82,230	22,094	69,035	80,351	80,247	69,130
10	15,732	83,949	55,900	90,632	82,045	22,130	68,873	80,456	80,247	69,130
11	15,711	83,930	55,897	90,632	82,072	22,135	68,889	80,431	80,246	69,130
12	15,745	83,967	55,846	90,632	82,037	22,097	68,880	80,400	80,246	69,130
13	15,665	84,016	55,888	90,633	82,132	22,096	68,733	80,361	80,247	69,129
14	15,748	83,921	55,913	90,628	82,081	22,098	68,886	80,566	80,243	69,130
15	15,703	83,989	55,915	90,632	81,901	22,110	68,733	80,370	80,243	69,130
16	15,711	83,973	55,823	90,629	82,230	22,116	68,860	80,292	80,247	69,130
17	15,673	83,995	55,914	90,630	82,006	22,141	68,873	80,414	80,246	69,130
18	15,699	83,981	55,919	90,630	81,999	22,102	69,035	80,566	80,247	69,130
19	15,720	84,020	55,866	90,626	81,901	22,115	68,927	80,390	80,246	69,130
20	15,723	83,988	55,939	90,628	82,047	22,128	68,863	80,389	80,247	69,130
21	15,763	83,998	55,895	90,628	82,108	22,114	68,921	80,413	80,246	69,131
22	15,718	83,952	55,902	90,630	82,037	22,203	68,861	80,384	80,246	69,130
23	15,755	83,993	55,876	90,632	82,023	22,115	68,875	80,382	80,245	69,131
24	15,758	83,948	55,706	90,629	82,055	22,137	68,902	80,360	80,250	69,130
25	15,716	83,980	55,918	90,633	82,032	22,098	68,901	80,223	80,246	69,130
26	15,702	83,885	55,862	90,630	82,056	22,123	68,918	80,223	80,247	69,130
27	15,769	83,785	55,885	90,630	82,020	22,114	68,856	80,566	80,250	69,131
28	15,717	84,147	55,957	90,621	82,021	22,118	68,838	80,390	80,246	69,131
29	15,694	83,972	55,877	90,633	82,073	22,124	68,910	80,223	80,247	69,131
30	15,714	83,910	55,823	90,633	82,100	22,117	68,870	80,366	80,247	69,130
31	15,699	83,900	55,902	90,630	82,046	22,116	68,902	80,441	80,245	69,130
32	15,707	83,974	55,904	90,630	82,121	22,132	68,874	80,223	80,246	69,129
33	15,637	83,947	55,903	90,621	82,122	22,130	68,869	80,410	80,245	69,130
34	15,659	83,962	55,855	90,631	82,087	22,093	68,913	80,372	80,245	69,131
35	15,713	83,991	55,706	90,632	82,074	22,109	68,922	80,398	80,247	69,130
36	15,736	83,902	55,706	90,635	82,041	22,144	68,846	80,424	80,246	69,130
37	15,705	84,147	55,927	90,628	82,074	22,115	68,927	80,342	80,247	69,130
38	15,658	83,928	55,960	90,630	81,978	22,101	68,899	80,443	80,246	69,131
39	15,560	83,973	55,836	90,628	82,065	22,087	68,889	80,418	80,246	69,130
40	15,758	84,006	55,908	90,628	82,050	22,113	68,851	80,421	80,246	69,130
41	15,694	83,975	55,933	90,630	82,038	22,120	68,863	80,419	80,246	69,130
42	15,731	84,147	55,916	90,630	82,078	22,121	68,945	80,373	80,246	69,130
43	15,748	83,987	55,806	90,630	82,056	22,099	68,939	80,362	80,247	69,130
44	15,753	83,948	55,918	90,630	82,041	22,133	68,886	80,398	80,245	69,129
45	15,682	84,147	55,925	90,635	82,058	22,129	68,873	80,566	80,247	69,130
46	15,737	84,001	55,925	90,621	82,026	22,114	68,832	80,344	80,246	69,130
47	15,679	83,951	55,805	90,629	82,043	22,125	68,831	80,431	80,247	69,130
48	15,673	83,988	55,885	90,629	82,030	22,127	69,035	80,223	80,247	69,130
49	15,560	83,974	55,902	90,640	82,087	22,101	68,869	80,223	80,247	69,130

№ варианта										
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50	15,869	83,981	55,836	90,634	82,095	22,113	69,035	80,408	80,247	69,130
51	15,560	83,968	55,936	90,640	82,026	22,126	68,973	80,413	80,246	69,130
52	15,678	83,932	55,706	90,621	82,060	22,128	68,831	80,435	80,248	69,131
53	15,700	83,969	55,957	90,640	82,095	22,137	68,851	80,368	80,247	69,130
54	15,869	84,050	55,930	90,631	82,024	22,101	68,882	80,409	80,245	69,130
55	15,720	83,957	55,908	90,630	82,054	22,123	68,860	80,223	80,245	69,130
56	15,782	83,963	55,906	90,630	81,901	22,145	68,898	80,397	80,247	69,130
57	15,560	84,019	55,706	90,630	82,048	22,203	68,895	80,421	80,247	69,130
58	15,663	83,961	55,849	90,629	82,080	22,121	68,886	80,455	80,247	69,130
59	15,560	83,923	55,925	90,631	82,104	22,112	68,919	80,468	80,246	69,130
60	15,742	83,955	55,912	90,635	82,013	22,114	68,909	80,375	80,247	69,131
61	15,770	83,988	55,915	90,631	82,072	22,139	68,733	80,427	80,243	69,130
62	15,679	83,943	55,931	90,627	82,088	22,128	68,905	80,363	80,247	69,131
63	15,760	83,933	55,863	90,632	82,063	22,115	68,934	80,566	80,246	69,130
64	15,705	83,893	55,865	90,634	81,984	22,035	68,897	80,223	80,246	69,130
65	15,711	83,916	55,859	90,630	82,054	22,139	68,908	80,387	80,247	69,130
66	15,746	84,001	55,861	90,629	82,031	22,035	68,846	80,361	80,247	69,130
67	15,698	84,012	55,878	90,631	82,070	22,096	68,875	80,373	80,246	69,130
68	15,669	83,920	55,787	90,628	82,091	22,116	68,866	80,361	80,243	69,132
69	15,705	84,147	55,845	90,634	82,230	22,129	68,914	80,425	80,247	69,130
70	15,720	83,954	55,884	90,640	82,012	22,102	68,848	80,381	80,246	69,130
71	15,869	83,987	55,834	90,632	82,103	22,113	69,035	80,456	80,247	69,131
72	15,742	83,920	56,094	90,631	82,042	22,127	68,895	80,365	80,246	69,130
73	15,703	83,988	55,946	90,629	82,101	22,120	68,799	80,435	80,247	69,131
74	15,757	83,992	55,923	90,630	82,114	22,095	68,890	80,435	80,247	69,130
75	15,746	83,937	55,968	90,640	82,053	22,156	68,901	80,223	80,247	69,130
76	15,757	83,968	55,932	90,628	82,111	22,147	68,890	80,374	80,247	69,130
77	15,708	84,046	55,868	90,630	82,072	22,135	68,869	80,369	80,245	69,131
78	15,745	83,934	55,889	90,631	82,053	22,097	68,876	80,398	80,248	69,130
79	15,688	83,953	55,927	90,635	82,026	22,120	68,874	80,430	80,247	69,130
80	15,701	83,901	55,893	90,629	82,060	22,116	68,908	80,368	80,247	69,130
81	15,748	84,005	55,835	90,629	82,089	22,035	68,867	80,476	80,248	69,130
82	15,689	83,968	55,969	90,632	82,062	22,135	68,883	80,372	80,246	69,130
83	15,718	83,940	55,909	90,628	82,060	22,132	68,873	80,328	80,245	69,130
84	15,744	83,926	55,901	90,629	82,035	22,095	68,937	80,375	80,247	69,131
85	15,736	83,986	55,884	90,630	82,043	22,035	68,861	80,398	80,246	69,130
86	15,688	83,969	55,909	90,630	82,041	22,125	69,035	80,445	80,246	69,130
87	15,692	83,952	55,959	90,630	82,120	22,104	68,944	80,381	80,246	69,130
88	15,680	83,938	55,947	90,631	82,065	22,120	68,886	80,425	80,247	69,131
89	15,672	84,003	55,916	90,632	82,057	22,035	68,919	80,397	80,243	69,130
90	15,716	83,946	55,923	90,640	82,083	22,113	68,902	80,419	80,247	69,131
91	15,693	83,785	55,910	90,628	82,054	22,110	68,949	80,475	80,245	69,130
92	15,675	83,928	55,941	90,631	82,065	22,127	68,882	80,566	80,246	69,130
93	15,710	83,963	55,918	90,629	82,096	22,035	68,869	80,416	80,247	69,130
94	15,560	84,147	55,846	90,632	81,901	22,098	68,884	80,403	80,246	69,130
95	15,661	83,986	55,831	90,627	82,040	22,117	68,864	80,566	80,246	69,130
96	15,665	84,147	55,908	90,629	82,053	22,035	68,879	80,373	80,250	69,130
97	15,662	83,904	56,094	90,633	82,070	22,128	68,912	80,362	80,247	69,131
98	15,666	84,147	55,878	90,632	82,095	22,102	68,874	80,357	80,246	69,131
99	15,741	83,970	55,928	90,630	82,035	22,106	68,870	80,423	80,247	69,131
100	15,692	83,991	55,921	90,640	82,059	22,125	68,928	80,386	80,246	69,130

№ варианта										
№	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	67,376	27,587	42,926	14,500	26,104	40,236	59,985	84,363	24,268	21,259
2	67,376	27,587	42,894	14,485	26,102	40,230	59,996	84,402	24,268	21,286
3	67,375	27,546	42,888	14,500	26,132	40,192	60,016	84,546	24,418	21,374
4	67,376	27,548	42,892	14,461	26,117	40,175	60,008	84,344	24,420	21,278
5	67,375	27,543	42,880	14,498	26,084	40,175	60,027	84,376	24,634	21,253
6	67,376	27,551	42,894	14,508	26,104	39,966	59,996	84,458	24,463	21,265
7	67,377	27,545	42,894	14,512	26,105	40,212	60,022	84,471	24,410	21,221
8	67,375	27,542	42,881	14,492	26,125	40,161	59,922	84,423	24,456	21,284
9	67,376	27,544	42,897	14,467	26,117	40,222	59,976	84,464	24,634	21,253
10	67,376	27,543	42,892	14,402	26,100	40,171	60,001	84,397	24,268	21,265
11	67,376	27,550	42,889	14,402	26,040	40,152	59,960	84,447	24,463	21,270
12	67,376	27,543	42,887	14,485	26,096	40,216	59,985	84,449	24,440	21,212
13	67,376	27,558	42,875	14,513	26,040	40,161	60,019	84,448	24,459	21,253
14	67,376	27,550	42,879	14,490	26,106	40,147	60,020	84,456	24,414	21,240
15	67,376	27,542	42,895	14,492	26,164	40,155	59,988	84,392	24,412	21,248
16	67,376	27,562	42,888	14,468	26,079	40,143	60,004	84,219	24,448	21,282
17	67,376	27,538	42,889	14,491	26,092	40,151	60,015	84,489	24,436	21,268
18	67,376	27,555	42,895	14,578	26,117	40,075	60,087	84,353	24,479	21,257
19	67,376	27,546	42,880	14,518	26,086	40,183	60,016	84,447	24,634	21,232
20	67,376	27,551	42,887	14,492	26,104	40,128	59,996	84,468	24,478	21,266
21	67,376	27,546	42,851	14,478	26,087	40,238	60,014	84,422	24,419	21,236
22	67,377	27,545	42,893	14,495	26,087	40,234	59,986	84,376	24,405	21,374
23	67,376	27,542	42,892	14,495	26,126	40,262	60,008	84,447	24,532	21,300
24	67,377	27,550	42,876	14,458	26,126	40,183	60,014	84,434	24,476	21,271
25	67,376	27,549	42,878	14,402	26,102	40,150	60,059	84,439	24,457	21,264
26	67,376	27,587	42,885	14,484	26,040	40,106	60,013	84,306	24,482	21,252
27	67,376	27,555	42,888	14,496	26,095	40,235	60,016	84,358	24,423	21,256
28	67,376	27,549	42,893	14,474	26,096	40,203	60,017	84,357	24,425	21,269
29	67,376	27,556	42,897	14,510	26,094	40,151	59,999	84,459	24,494	21,269
30	67,376	27,587	42,893	14,497	26,040	40,253	60,010	84,394	24,479	21,279
31	67,376	27,557	42,891	14,522	26,110	40,161	60,004	84,411	24,502	21,277
32	67,376	27,546	42,901	14,492	26,085	40,176	60,020	84,398	24,473	21,255
33	67,376	27,547	42,894	14,475	26,088	40,119	60,018	84,459	24,470	21,294
34	67,376	27,547	42,890	14,475	26,094	40,185	60,001	84,399	24,634	21,259
35	67,376	27,539	42,926	14,482	26,097	40,175	60,032	84,448	24,477	21,150
36	67,376	27,551	42,879	14,482	26,100	40,169	60,018	84,488	24,442	21,277
37	67,376	27,587	42,886	14,475	26,109	40,142	60,017	84,453	24,443	21,264
38	67,376	27,556	42,890	14,490	26,114	40,180	59,979	84,450	24,455	21,296
39	67,377	27,555	42,851	14,482	26,078	40,123	60,008	84,464	24,550	21,150
40	67,377	27,550	42,895	14,482	26,087	40,395	60,046	84,622	24,268	21,284
41	67,377	27,546	42,878	14,578	26,095	40,224	59,922	84,442	24,495	21,251
42	67,376	27,558	42,881	14,491	26,077	40,163	59,989	84,426	24,411	21,249
43	67,376	27,557	42,871	14,476	26,108	40,137	59,999	84,420	24,445	21,275
44	67,377	27,548	42,885	14,510	26,106	40,165	60,027	84,400	24,442	21,285
45	67,377	27,553	42,886	14,508	26,084	40,235	60,020	84,403	24,525	21,276
46	67,376	27,552	42,851	14,489	26,121	40,231	59,982	84,464	24,511	21,374
47	67,376	27,553	42,890	14,501	26,110	40,162	60,005	84,460	24,268	21,269
48	67,376	27,536	42,881	14,486	26,124	40,151	60,003	84,400	24,429	21,150
49	67,376	27,546	42,891	14,493	26,100	40,151	60,015	84,440	24,393	21,374
50	67,376	27,514	42,882	14,477	26,127	40,096	60,011	84,427	24,464	21,260



№ варианта										
№	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
51	67,376	27,540	42,881	14,402	26,095	40,395	60,024	84,443	24,429	21,374
52	67,376	27,567	42,895	14,490	26,099	40,128	59,997	84,413	24,459	21,276
53	67,376	27,559	42,886	14,490	26,097	39,966	59,992	84,448	24,451	21,268
54	67,376	27,556	42,892	14,497	26,102	40,268	60,013	84,459	24,481	21,252
55	67,376	27,548	42,894	14,478	26,164	40,101	60,025	84,622	24,345	21,150
56	67,376	27,547	42,887	14,480	26,140	40,125	60,035	84,458	24,634	21,241
57	67,376	27,561	42,886	14,512	26,114	40,188	60,006	84,412	24,391	21,259
58	67,376	27,555	42,881	14,481	26,164	40,135	60,019	84,424	24,412	21,250
59	67,376	27,587	42,878	14,481	26,107	39,966	59,922	84,425	24,469	21,265
60	67,376	27,561	42,884	14,505	26,105	40,187	60,013	84,372	24,511	21,272
61	67,376	27,551	42,851	14,495	26,096	40,143	59,984	84,399	24,519	21,274
62	67,376	27,547	42,876	14,459	26,098	40,170	60,003	84,410	24,634	21,231
63	67,376	27,547	42,903	14,475	26,091	40,395	59,922	84,398	24,392	21,278
64	67,376	27,543	42,885	14,491	26,130	40,198	59,994	84,432	24,471	21,263
65	67,376	27,552	42,883	14,471	26,110	40,190	59,991	84,403	24,436	21,238
66	67,376	27,543	42,884	14,475	26,093	39,966	60,008	84,455	24,453	21,256
67	67,376	27,544	42,893	14,498	26,115	40,177	60,025	84,219	24,445	21,294
68	67,376	27,544	42,894	14,474	26,124	40,395	59,993	84,415	24,456	21,302
69	67,377	27,551	42,883	14,402	26,040	40,166	60,002	84,476	24,430	21,215
70	67,376	27,548	42,900	14,491	26,093	40,258	60,003	84,500	24,401	21,150
71	67,376	27,543	42,894	14,496	26,091	40,218	59,999	84,428	24,462	21,220
72	67,376	27,554	42,891	14,481	26,104	40,190	60,007	84,398	24,503	21,246
73	67,376	27,587	42,897	14,472	26,040	40,237	60,007	84,391	24,494	21,245
74	67,376	27,564	42,884	14,578	26,121	40,135	60,037	84,437	24,437	21,247
75	67,376	27,514	42,898	14,501	26,079	40,118	60,029	84,455	24,395	21,245
76	67,376	27,560	42,879	14,484	26,101	40,139	59,922	84,484	24,452	21,286
77	67,376	27,542	42,881	14,505	26,097	40,221	59,989	84,403	24,499	21,298
78	67,376	27,546	42,882	14,527	26,096	40,159	60,029	84,426	24,490	21,246
79	67,376	27,554	42,888	14,512	26,075	40,122	60,087	84,447	24,434	21,245
80	67,376	27,558	42,886	14,492	26,113	40,173	60,005	84,439	24,411	21,288
81	67,376	27,552	42,880	14,488	26,109	40,150	60,002	84,387	24,449	21,272
82	67,376	27,549	42,878	14,502	26,087	39,966	59,985	84,417	24,461	21,267
83	67,376	27,558	42,883	14,481	26,099	40,176	59,997	84,513	24,268	21,150
84	67,376	27,554	42,879	14,467	26,097	40,215	59,984	84,219	24,505	21,374
85	67,376	27,547	42,889	14,478	26,102	40,178	60,000	84,436	24,491	21,288
86	67,376	27,551	42,897	14,474	26,112	40,129	60,039	84,406	24,490	21,276
87	67,376	27,548	42,900	14,472	26,099	40,170	59,988	84,419	24,404	21,215
88	67,376	27,559	42,901	14,493	26,099	40,169	59,996	84,416	24,414	21,217
89	67,376	27,587	42,897	14,495	26,109	40,188	59,975	84,478	24,634	21,265
90	67,376	27,544	42,894	14,578	26,089	40,395	59,985	84,378	24,433	21,266
91	67,376	27,587	42,892	14,506	26,098	40,207	60,006	84,417	24,452	21,259
92	67,377	27,514	42,890	14,485	26,120	40,395	59,922	84,346	24,349	21,267
93	67,376	27,546	42,892	14,469	26,097	40,200	60,012	84,400	24,268	21,215
94	67,375	27,560	42,886	14,508	26,114	40,221	60,018	84,382	24,443	21,266
95	67,376	27,552	42,896	14,516	26,078	40,199	60,022	84,486	24,467	21,280
96	67,376	27,545	42,889	14,578	26,096	40,176	60,029	84,414	24,439	21,274
97	67,376	27,550	42,892	14,488	26,101	40,223	59,974	84,622	24,458	21,241
98	67,376	27,557	42,893	14,402	26,078	40,395	60,006	84,373	24,416	21,277
99	67,377	27,587	42,886	14,536	26,102	40,070	60,007	84,402	24,268	21,374
100	67,376	27,549	42,887	14,472	26,102	40,395	60,001	84,622	24,497	21,240

№ варианта										
№	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	21,900	24,765	65,196	56,462	80,444	15,603	84,918	84,621	87,833	52,023
2	21,909	24,765	65,182	56,472	80,443	15,601	84,876	84,613	87,852	52,045
3	21,906	24,757	65,244	56,737	80,443	15,611	84,893	84,619	87,839	52,002
4	21,902	24,736	65,138	56,492	80,440	15,595	84,860	84,617	87,840	52,019
5	21,904	24,821	65,007	56,737	80,443	15,602	84,918	84,625	87,844	52,004
6	21,905	24,677	65,154	56,557	80,444	15,616	84,872	84,611	87,846	52,154
7	21,920	24,774	65,159	56,512	80,443	15,559	84,885	84,625	87,853	51,868
8	21,902	24,718	65,184	56,534	80,434	15,601	84,909	84,648	87,828	51,990
9	21,904	24,718	65,096	56,567	80,447	15,614	84,883	84,605	87,879	52,154
10	21,907	24,773	65,187	56,464	80,451	15,615	84,857	84,626	87,792	52,025
11	21,899	24,732	65,007	56,494	80,442	15,611	84,828	84,620	87,853	52,004
12	21,905	24,710	65,215	56,737	80,441	15,597	84,869	84,613	87,859	52,027
13	21,901	24,736	65,183	56,471	80,441	15,616	84,893	84,618	87,867	51,868
14	21,903	24,772	65,213	56,490	80,441	15,603	84,883	84,591	87,846	52,002
15	21,906	24,735	65,159	56,484	80,444	15,589	84,850	84,617	87,837	52,039
16	21,900	24,723	65,246	56,509	80,439	15,624	84,873	84,619	87,845	52,013
17	21,901	24,677	65,238	56,502	80,441	15,599	84,858	84,617	87,792	52,001
18	21,900	24,757	65,192	56,493	80,441	15,596	84,881	84,616	87,856	51,868
19	21,902	24,768	65,388	56,533	80,443	15,651	84,863	84,611	87,850	52,007
20	21,907	24,739	65,203	56,478	80,443	15,609	84,941	84,613	87,792	51,994
21	21,910	24,755	65,245	56,488	80,443	15,611	84,903	84,614	87,859	52,086
22	21,900	24,755	65,240	56,556	80,434	15,596	84,911	84,614	87,865	51,959
23	21,908	24,763	65,218	56,532	80,440	15,619	84,852	84,648	87,853	51,997
24	21,906	24,741	65,177	56,468	80,444	15,599	84,854	84,591	87,837	51,958
25	21,906	24,761	65,228	56,619	80,444	15,604	84,889	84,619	87,847	52,017
26	21,887	24,747	65,176	56,515	80,451	15,621	84,857	84,648	87,838	52,011
27	21,920	24,677	65,144	56,535	80,444	15,651	84,859	84,634	87,792	51,994
28	21,901	24,772	65,190	56,461	80,444	15,608	84,855	84,648	87,839	51,996
29	21,905	24,756	65,262	56,519	80,441	15,600	84,847	84,625	87,843	51,989
30	21,911	24,726	65,234	56,463	80,443	15,615	84,888	84,620	87,910	51,974
31	21,906	24,731	65,188	56,511	80,441	15,603	84,875	84,617	87,832	51,985
32	21,901	24,821	65,205	56,529	80,445	15,618	84,892	84,625	87,853	52,154
33	21,911	24,733	65,255	56,523	80,441	15,604	84,866	84,629	87,851	51,997
34	21,909	24,744	65,229	56,454	80,443	15,611	84,890	84,625	87,858	52,025
35	21,907	24,758	65,146	56,506	80,440	15,588	85,020	84,618	87,854	51,972
36	21,905	24,746	65,213	56,523	80,442	15,593	84,855	84,624	87,842	51,976
37	21,901	24,677	65,187	56,528	80,442	15,592	84,732	84,648	87,842	52,018
38	21,903	24,751	65,163	56,513	80,441	15,610	84,836	84,613	87,823	52,036
39	21,905	24,760	65,313	56,737	80,441	15,600	84,870	84,617	87,851	51,868
40	21,906	24,753	65,007	56,464	80,445	15,619	84,849	84,619	87,850	52,086
41	21,903	24,739	65,256	56,471	80,444	15,604	84,900	84,625	87,863	52,015
42	21,906	24,765	65,190	56,501	80,441	15,559	84,879	84,624	87,848	51,980
43	21,908	24,751	65,179	56,578	80,434	15,559	84,863	84,620	87,854	52,052
44	21,904	24,739	65,245	56,492	80,446	15,607	84,855	84,648	87,849	52,033
45	21,903	24,758	65,176	56,574	80,441	15,595	84,803	84,591	87,910	52,025
46	21,904	24,751	65,155	56,447	80,445	15,594	84,860	84,613	87,822	51,868
47	21,905	24,743	65,179	56,522	80,442	15,604	84,810	84,612	87,868	52,044
48	21,906	24,736	65,222	56,524	80,446	15,608	84,879	84,615	87,843	51,997
49	21,904	24,739	65,214	56,562	80,443	15,612	84,910	84,620	87,846	51,986
50	21,913	24,745	65,199	56,453	80,444	15,625	84,862	84,617	87,841	51,987
51	21,908	24,751	65,096	56,399	80,439	15,592	84,854	84,591	87,858	51,988

№ варианта										
№	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
52	21,903	24,748	65,126	56,511	80,445	15,606	84,931	84,648	87,910	52,008
53	21,903	24,741	65,007	56,517	80,442	15,623	84,867	84,622	87,828	52,045
54	21,898	24,746	65,227	56,397	80,444	15,604	84,881	84,622	87,852	52,012
55	21,902	24,775	65,137	56,270	80,451	15,587	84,809	84,621	87,863	52,015
56	21,908	24,763	65,191	56,543	80,444	15,594	84,888	84,622	87,910	52,014
57	21,901	24,750	65,181	56,468	80,444	15,607	84,885	84,617	87,853	51,982
58	21,902	24,745	65,225	56,566	80,443	15,605	84,865	84,648	87,855	52,047
59	21,905	24,677	65,188	56,504	80,441	15,607	84,859	84,623	87,854	51,982
60	21,900	24,753	65,219	56,592	80,443	15,612	84,865	84,623	87,831	52,025
61	21,903	24,765	65,388	56,456	80,441	15,604	84,936	84,618	87,865	52,154
62	21,904	24,738	65,134	56,565	80,440	15,593	84,884	84,618	87,850	52,001
63	21,903	24,760	65,126	56,270	80,443	15,588	84,861	84,632	87,857	52,012
64	21,904	24,760	65,093	56,505	80,445	15,606	84,893	84,628	87,832	52,019
65	21,902	24,821	65,187	56,523	80,445	15,627	84,870	84,618	87,848	51,980
66	21,900	24,747	65,141	56,533	80,446	15,595	85,020	84,612	87,835	52,000
67	21,904	24,745	65,170	56,566	80,444	15,626	84,881	84,611	87,845	52,064
68	21,910	24,758	65,226	56,493	80,443	15,600	85,020	84,616	87,869	51,979
69	21,903	24,739	65,201	56,270	80,445	15,609	84,900	84,617	87,857	52,017
70	21,904	24,748	65,173	56,550	80,443	15,605	84,895	84,622	87,846	52,154
71	21,900	24,746	65,235	56,270	80,440	15,599	84,896	84,625	87,853	51,998
72	21,904	24,754	65,153	56,561	80,443	15,604	84,855	84,619	87,839	52,008
73	21,900	24,730	65,212	56,511	80,442	15,612	84,900	84,615	87,850	52,020
74	21,904	24,735	65,215	56,501	80,440	15,618	84,873	84,622	87,845	52,040
75	21,903	24,821	65,137	56,737	80,443	15,604	84,863	84,625	87,866	52,034
76	21,906	24,746	65,223	56,530	80,445	15,608	84,893	84,621	87,845	52,043
77	21,907	24,749	65,132	56,506	80,444	15,559	84,899	84,620	87,858	52,006
78	21,901	24,748	65,223	56,457	80,439	15,595	84,887	84,616	87,844	51,983
79	21,901	24,742	65,197	56,270	80,442	15,598	84,878	84,619	87,850	52,058
80	21,901	24,748	65,187	56,483	80,444	15,604	84,864	84,591	87,831	51,964
81	21,906	24,732	65,198	56,527	80,444	15,606	84,851	84,624	87,853	52,018
82	21,900	24,821	65,388	56,270	80,443	15,591	84,849	84,631	87,867	52,016
83	21,920	24,739	65,125	56,520	80,443	15,651	84,934	84,620	87,843	52,001
84	21,906	24,766	65,187	56,566	80,444	15,623	84,887	84,608	87,792	51,988
85	21,899	24,751	65,151	56,737	80,447	15,592	85,020	84,613	87,849	52,025
86	21,901	24,752	65,176	56,465	80,434	15,559	84,732	84,607	87,859	51,868
87	21,905	24,748	65,241	56,511	80,442	15,600	84,732	84,613	87,858	52,046
88	21,902	24,769	65,216	56,595	80,441	15,598	84,859	84,612	87,845	51,992
89	21,905	24,767	65,208	56,457	80,440	15,604	84,881	84,618	87,855	52,036
90	21,907	24,727	65,269	56,476	80,442	15,609	84,878	84,621	87,871	51,962
91	21,902	24,677	65,217	56,573	80,442	15,595	84,732	84,629	87,847	52,045
92	21,903	24,739	65,388	56,530	80,444	15,615	84,899	84,626	87,854	52,018
93	21,903	24,765	65,177	56,524	80,434	15,610	84,878	84,615	87,857	51,868
94	21,902	24,754	65,225	56,544	80,443	15,584	84,893	84,609	87,836	52,154
95	21,906	24,744	65,215	56,492	80,444	15,598	84,858	84,616	87,848	51,999
96	21,904	24,758	65,234	56,518	80,441	15,602	84,847	84,618	87,846	51,989
97	21,905	24,766	65,222	56,461	80,440	15,609	84,922	84,622	87,855	52,026
98	21,887	24,755	65,199	56,460	80,434	15,593	84,875	84,619	87,910	51,868
99	21,901	24,764	65,273	56,737	80,444	15,600	84,883	84,591	87,854	52,154
100	21,887	24,773	65,197	56,532	80,444	15,602	84,931	84,591	87,868	51,984

## Практическая работа № 5

### «Построение контрольных карт по альтернативному признаку»

**Цель работы:** Получить сведения о назначении, типах и методах построения контрольных карт по альтернативному признаку и получить практические навыки построения карт.

**Задание:** Произвести построения контрольных карт по альтернативному признаку (см. задание) на основании данных контроля размера получаемого в процессе изготовления выпускаемого изделия.

#### *Основные сведения*

При контроле по альтернативному признаку о неуправляемом состоянии технологического процесса судят либо по числу дефектных единиц продукции – **np**, либо по числу дефектов – **C**.

Средствами измерения в таких случаях обычно являются предельные калибры, скобы, габариты, эталоны и т.п. В ряде случаев осуществляется визуальный контроль с разбраковкой изделий.

На таких картах представляются характеристики типа годный или негодный, хороший или плохой, всё в порядке или не всё в порядке и т.п. Атрибуты – дискретны, это результаты подсчёта. В отличие от карт по измеряемым признакам, в случае неизмеряемых (качественных) признаков, строится только одна карта, относящаяся только к одной из характеристик дефектности.

Известны четыре типа карт для альтернативного признака (табл. 1). Статистическое регулирование с помощью этих контрольных карт осуществляют в соответствии с планом контроля.

Таблица 1 – Типы контрольных карт по альтернативному признаку

Карта	Что регистрируется	Объём выборки
p	Доля бракованных изделий	Переменный
np	Число бракованных изделий	Постоянный
C	Число дефектов	Постоянный
u	Число дефектов на единицу продукции	Переменный

#### *p и np-карты*

Планом контроля определяются: объём выборки  $n$  и браковочное число  $d$ , от которых зависит положение границ регулирования, и период отбора выборки  $t$ .

План контроля устанавливают с учётом результатов предварительного исследования состояния технологического процесса.

Среднюю долю бракованных изделий в каждой выборке  $\bar{P}$  оценивают по результатам сплошного или выборочного контроля. На контроль рекомендуется брать не менее десяти партий. При сплошном контроле получают наиболее точную оценку средней доли бракованных изделий, но проигрывают в трудоёмкости контроля. Объём выборочного контроля должен составлять не меньше 0,1 от объёма сплошного контроля.

Среднюю долю бракованных изделий в каждой выборке вычисляют по формуле:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^k B_i}{\sum_{i=1}^k n_i}, \quad (1)$$

где  $B_i$  – число бракованных единиц продукции;

$n_i$  – объём каждой партии;

$k$  – количество партий, отобранных на контроль.

Для получения более объективной оценки состояния технологического процесса необходимо исключить из числа  $n$  единицы продукции, полученные при явно ненормальных условиях производства (например, при разлаженном оборудовании, при некачественном исходном сырье, материалах, заготовках, плохом инструменте и т.п.)

По этим результатам вычисляют долю бракованных изделий для каждой из проконтролированных партий и отмечают её точками на контрольной карте. Соединяя точки отрезками, получаем график, который даёт наглядную картину изменения доли брака. Отметив на этой карте среднюю долю бракованных изделий  $\bar{P}$  по колебаниям точек относительно значения  $\bar{P}$ , можно оценить стабильность исследуемого технологического процесса.

Если значение  $\bar{P}$  признаётся приемлемым, то можно внедрять статистическое регулирование. В противном случае, так же, как и при контроле по количественным признакам, необходимо серьёзно заняться совершенствованием технологического процесса, обеспечением точности и стабильности оборудования, технологической оснастки и инструмента.

В основе расчёта контрольных границ Р-карты может лежать статистический критерий гипотезы о параметре  $P$  как вероятности наступления события  $A$ . Эта модель применима и к данной проблеме, если через  $A$  обозначить событие, состоящее в отборе дефектного изделия из выпущенной на данном станке продукции. В частности для вероятности ошибки  $\alpha=0,27\%$  ( $z_{0,0027}=3$ ) получаем

$$ГР_{ВН(P)} = \bar{P} \pm 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{\bar{n}}}, \quad (2)$$

где  $\bar{n}$  – средний объём выборки.

Знак «минус» относится к нижней контрольной границе  $ГР_{Н(P)}$ , знак «плюс» – к верхней границе  $ГР_{В(P)}$ .

Выход за пределы верхней контрольной границы  $ГР_{В(P)}$  приводит к необходимости вмешательства в ход технологического процесса с целью выявления причин роста брака и устранения неполадок. Однако к регистрации слишком низкой суточной доли брака следует относиться с осторожностью, так как иногда она обусловлена субъективными факторами и необъективностью контролирующего персонала.

Условием применимости формулы (2) для расчёта контрольных границ Р-карты является наличие достаточно большого числа  $n$  проверяемых в день изделий, ибо лишь в этом случае биномиальное распределение случайной величины  $X$  хорошо аппроксимируется нормальным распределением. Практически это условие выполняется при  $n \geq 100$ . Если же суточная продукция станка составляет менее 100 единиц, рекомендуется отбирать выборку из двухдневной или даже недельной продукции.

Рассмотрим ещё одну особенность построения контрольных карт по альтернативному признаку.

Если ежедневно контролируется постоянное  $k$  количество деталей, определяется среднее арифметическое

$$\bar{np} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k B_i, \quad (3)$$

то  $\bar{np}$  представляет собой средний уровень отбракованных изделий в каждой выборке.

Контрольные границы  $np$ -карты вычисляются по формуле

$$ГР_{ВН(np)} = \bar{np} \pm 3\sqrt{\bar{np}(1-P)},$$

где  $P$  - вероятность появления брака в каждой выборке, которую приближенно вычислить по формуле  $P = \bar{np}/n$ , где  $n$  – объем выборок.

### *С и и-карты*

Планом контроля определяются: объём выборки  $n$  и число дефектов  $m$ , от которых зависит положение границ регулирования, и период отбора выборки  $\square$ . План контроля устанавливают с учётом результатов предварительного исследования состояния технологического процесса.

Основным принципом, который используется при построении  $S$  и  $U$  – карт, является то, что число дефектов не имеет верхнего предела. Каждое контролируемое изделие может иметь различные виды дефектов. Поэтому для описания подобной статистики используется закон Пуассона.

В этом случае, при построении  $S$  – карты, среднюю линию контрольной карты проводят через точку  $m$ , которая соответствует среднему числу дефектов в выборке ( $m = \sum D_i/k$ , где  $D_i$  – число дефектов в каждой выборке;  $k$  – число выборок, при этом объём выборок постоянен).

Верхнее и нижнее предельные отклонения для  $S$  – карты устанавливают на уровнях  $m \pm 3\sqrt{m}$ .

Иначе дело обстоит с  $U$  – картой. Среднюю линию для данной контрольной карты проводят через точку  $m$ , которая соответствует среднему числу дефектов в выборке на единицу продукции ( $m = \sum D_i/n_i$ , где  $D_i$  – число дефектов в каждой выборке;  $n_i$  – объём каждой выборки).

Верхнее и нижнее предельные отклонения для  $U$  – карты устанавливают на уровнях  $m \pm 3\sqrt{m/\bar{n}}$ , где  $\bar{n}$  - средний объём выборки.

### *Порядок выполнения практической работы*

Получив задание для выполнения практической работы, студент изучает теоретические сведения, а далее строит контрольные карты по альтернативному признаку.

В таблице с заданиями в первом столбце выбранного варианта указывается объём выборок, во втором число бракованных изделий (дефектов).

В отчёте по лабораторной работе должны найти отражение следующие пункты:

- название практической работы;
- цель работы;

- индивидуальное задание для выполнения практической работы;
- краткие теоретические сведения;
- краткое описание хода выполнения работы;
- результаты выполнения работы;
- подробные выводы по работе о состоянии технологического процесса.

### ***Контрольные вопросы***

- 1) Что такое статистическое регулирование технологических процессов?
- 2) Что означает термин «альтернативные признаки»?
- 3) Какие бывают виды контрольных карт по альтернативному признаку?
- 4) Какие необходимо рассчитать значения для построения данных карт?
- 5) Какие признаки статистической неуправляемости существуют можно обнаружить на контрольной карте?

*Задание к практической работе*

Номер варианта																				
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
1	160	25	60	5	110	15	80	15	170	45	170	15	60	15	190	55	180	5	120	35
2	130	45	90	15	110	25	200	35	130	35	170	5	60	5	120	35	130	45	70	15
3	80	15	190	35	130	35	100	15	150	55	170	55	60	25	60	15	120	35	110	35
4	90	5	140	5	80	15	200	45	160	25	170	35	60	5	200	65	160	55	90	25
5	60	5	150	15	130	25	90	25	130	35	170	55	60	15	90	25	70	25	140	15
6	90	15	190	35	190	35	130	25	130	5	170	65	60	15	180	45	80	15	140	15
7	110	15	170	45	60	5	60	25	110	35	170	35	60	15	190	15	160	15	170	15
8	130	45	100	15	60	15	190	45	150	25	170	45	60	25	200	45	180	35	70	5
9	70	25	140	45	170	45	130	25	70	25	170	5	60	15	90	25	80	5	130	25
10	80	5	60	15	180	25	150	25	120	25	170	55	60	15	140	35	190	25	80	15
11	110	15	70	25	140	25	90	25	100	15	170	25	60	15	110	25	60	15	80	15
12	190	15	70	15	190	35	140	35	120	25	170	55	60	15	120	5	200	65	130	45
13	180	55	90	25	100	35	100	35	60	15	170	15	60	15	170	15	60	25	130	15
14	180	55	150	15	110	25	60	5	140	35	170	35	60	15	110	25	160	25	150	15
15	60	15	150	45	50	15	150	45	50	15	170	55	60	5	100	5	60	25	180	55
16	70	25	150	25	160	45	200	45	180	15	170	5	60	15	150	15	120	15	110	15
17	180	55	130	35	130	45	170	25	60	5	170	25	60	25	140	15	170	15	60	15
18	200	65	170	15	130	35	160	45	150	45	170	25	60	25	100	5	130	15	150	45
19	130	45	180	25	110	35	150	15	180	55	170	15	60	15	190	15	100	35	130	15
20	150	45	190	45	190	15	170	25	80	15	170	65	60	15	150	25	120	25	110	35

Номер варианта																				
	11		12		13		14		15		16		17		18		19		20	
1	50	15	160	5	170	35	160	45	80	15	140	15	110	35	110	25	50	15	190	35
2	50	15	160	45	200	55	160	15	160	15	140	35	110	25	110	15	70	15	190	35
3	50	5	160	25	100	25	100	15	160	35	140	5	110	15	110	25	140	45	190	15
4	50	15	160	15	80	35	140	45	150	15	140	45	110	15	110	25	70	25	190	5
5	50	5	160	35	80	15	180	55	110	25	140	5	110	35	110	15	150	35	190	25
6	50	15	160	25	90	25	200	5	120	45	140	15	110	5	110	15	170	25	190	65
7	50	15	160	55	70	15	150	55	190	25	140	25	110	5	110	35	70	5	190	45
8	50	15	160	15	120	35	120	15	120	45	140	15	110	25	110	35	60	5	190	65
9	50	15	160	15	130	15	110	35	150	35	140	35	110	25	110	5	60	5	190	5
10	50	15	160	5	160	5	70	25	90	15	140	55	110	35	110	35	170	35	190	65
11	50	15	160	55	150	15	70	15	70	25	140	45	110	15	110	15	70	5	190	5
12	50	15	160	35	160	45	150	55	140	45	140	25	110	35	110	45	130	25	190	15
13	50	15	160	55	140	35	130	15	190	15	140	45	110	45	110	35	190	45	190	15
14	50	15	160	15	130	45	180	15	90	5	140	55	110	15	110	25	140	25	190	25
15	50	15	160	45	170	5	130	15	80	5	140	25	110	35	110	25	200	65	190	25
16	50	15	160	25	200	45	60	15	200	55	140	35	110	35	110	45	180	55	190	35
17	50	15	160	45	50	15	170	45	160	25	140	35	110	25	110	35	70	25	190	15
18	50	15	160	45	150	25	200	55	170	45	140	15	110	5	110	35	180	35	190	35
19	50	5	160	55	190	15	90	15	140	25	140	45	110	35	110	35	70	15	190	25
20	50	5	160	35	60	25	60	5	120	25	140	35	110	5	110	35	110	35	190	65



Номер варианта																					
	21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		
1	140	15	170	5	80	15	190	45	110	5	130	15	160	25	60	15	120	25	80	15	
2	140	15	130	25	110	15	190	5	170	55	130	15	110	25	190	65	180	65	90	25	
3	140	35	170	15	200	65	190	45	80	15	130	15	110	15	70	5	90	25	60	15	
4	140	25	190	25	110	15	190	25	110	25	130	45	120	5	120	5	190	55	60	5	
5	140	25	170	15	140	5	190	15	170	35	130	25	60	25	150	5	140	5	160	35	
6	140	25	60	15	180	45	190	25	140	35	130	15	130	15	100	35	130	45	70	15	
7	140	15	160	35	190	25	190	35	150	25	130	5	130	15	60	15	80	5	160	25	
8	140	55	100	25	80	35	190	35	100	5	130	25	60	5	100	25	70	5	140	25	
9	140	45	90	25	60	25	190	65	130	45	130	25	100	5	110	5	90	25	140	45	
10	140	45	110	25	120	35	190	15	60	15	130	35	130	35	150	35	170	35	180	35	
11	140	15	170	55	100	25	190	5	160	35	130	5	130	5	190	55	70	15	110	15	
12	140	35	110	25	110	15	190	15	190	25	130	25	100	15	160	5	190	65	50	15	
13	140	35	200	35	60	15	190	55	190	35	130	25	140	35	90	15	60	15	90	35	
14	140	45	90	15	130	5	190	55	170	5	130	25	80	15	160	25	170	5	90	5	
15	140	25	140	15	130	15	190	35	90	25	130	35	130	5	170	25	200	75	200	35	
16	140	35	60	15	100	15	190	35	170	55	130	15	190	25	130	5	110	25	140	5	
17	140	25	160	45	140	5	190	5	100	35	130	35	160	55	190	45	200	65	180	15	
18	140	35	170	35	130	45	190	5	180	35	130	15	130	45	180	35	160	25	100	25	
19	140	25	190	45	80	15	190	5	100	15	130	15	180	35	100	35	80	25	60	25	
20	140	25	160	45	70	15	190	45	120	35	130	15	190	65	100	35	120	25	120	15	

### Список используемой литературы

1. Управление качеством в машиностроении [Текст]: учебное пособие / А. Ф. Гумеров [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол: ТНТ, 2018. - 168 с.
2. Басовский, Л.Е. Управление качеством [Текст]: учебник / Л.Е. Басовский, В.Б. Протасьев. - М.: Инфра-М, 2018. - 212 с.
3. Управление качеством [Текст] : учебное пособие / С.В. Бочкарёв [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2017. - 456 с.
4. Аристов, О.В. Управление качеством [Текст] : учебник / О. В. Аристов. - М. : ИНФРА-М, 2008. - 240 с.
5. Агарков, А.П. Управление качеством [Текст] : учебное пособие / А.П. Агарков. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Дашков и К, 2009. - 228 с.
6. Эванс, Д. Управление качеством [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д. Эванс. – М.: Юнити-Дана, 2015. - 6