

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Прохоров Сергей Григорьевич  
Должность: Председатель УМК  
Дата подписания: 06.09.2024 13:40:51  
Уникальный программный ключ:  
b1cb3ce3b5a8850f04c5b2519bc691893e7a6284

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Казанский национальный исследовательский  
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

**Чистопольский филиал «Восток»**  
*(наименование института (факультета, филиала))*

---

**Кафедра Экономики инновационного производства**  
*(наименование кафедры разработчика)*

---

**УТВЕРЖДЕНО:**  
Ученым советом КНИТУ-КАИ  
(в составе ОП ВО)

**КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**  
по дисциплине (модулю)  
**Б1.В.07 Управление качеством**  
*(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины)*

Чистополь 2023

Комплект оценочных материалов по дисциплине разработан для обучающихся всех форм обучения по направлению подготовки (специальности):

Код и наименование направления подготовки (специальности)	Направленность (профиль, специализация, магистерская программа)
38.03.05 Бизнес-информатика	Информационные технологии в бизнесе

Разработчик:

Мунина Марина Валерьевна, доцент, канд. экон. наук

Комплект оценочных материалов по дисциплине рассмотрен на заседании кафедры Экономики инновационного производства, протокол № 10/5 от 26.05.2023г.

Заведующий кафедрой Экономика инновационного производства

Свиринна Анна Андреевна, д.э.н., профессор

## 1 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины.

Промежуточная аттестация предназначена для оценки достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения

и Комплект оценочных материалов представляет собой совокупность оценочных средств (комплекс заданий различного типа с ключами правильных ответов, включая критерии оценки), используемых при проведении оценочных процедур (текущего контроля, промежуточной аттестации) с целью оценивания достижения обучающимися результатов обучения по дисциплине.

и

и позволяет оценить уровень и качество ее освоения обучающимися.

1.1 Оценочные средства и балльные оценки для контрольных мероприятий

Таблица 1.1, а Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Виды учебной работы, в т.ч. проводимые с использованием ЭО и ДОТ											
		Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:						Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:					
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультации, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
7	2 ЗЕ/72	16	16		-	-	-	0,35	-	-	39,65		зачет
<b>Итого</b>	<b>2 ЗЕ/72</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,35</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>39,65</b>		<b>зачет</b>

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой по 100-балльной шкале. Балльные оценки для контрольных мероприятий представлены в таблице 1.2. Пересчет суммы баллов в традиционную оценку представлен в таблице 1.3.

Таблица 1.2 Балльные оценки для контрольных мероприятий

Наименование контрольного мероприятия	Максимальный балл на первую аттестацию	Максимальный балл за вторую аттестацию	Максимальный балл за третью аттестацию	Всего за семестр
7 семестр				
Тестирование		10	10	20
Выполнение индивидуальных заданий + устный опрос		15	15	30
Итого (максимум за период)		<b>25</b>	<b>25</b>	<b>50</b>
Зачет				<b>50</b>
Итого				<b>100</b>

Таблица 1.3 Шкала оценки на промежуточной аттестации

Выражение в баллах	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации - зачет	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации – экзамен, зачет с оценкой
от 86 до 100	Зачтено	Отлично
от 71 до 85	Зачтено	Хорошо
от 51 до 70	Зачтено	Удовлетворительно
до 51	Не зачтено	Неудовлетворительно

Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины – зачет проводится в виде итогового тестирования.

Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины – экзамен, проводится два этапа: тестирование и устные ответы на экзаменационные вопросы.

## 2 Оценочные средства для проведения текущего контроля

### 2.1 Тестовые вопросы

Тестовые вопросы содержат следующие типы вопросов с соответствующим количеством баллов за правильный ответ:

№ аттестации	Наименование задания	Количество баллов
1	Тестирование по темам (20 вопросов по 0,5 балла за каждый правильный ответ)	10
2	Тестирование по темам (20 вопросов по 0,5 баллу за каждый правильный ответ)	10

Если в вопросе несколько правильных ответов, то расчет производится следующим образом:

Тип вопроса	Количество баллов за правильный ответ
запрос выбора вариантов ответа	0,5
запрос нескольких ответов	0,5 - при выборе всех правильных; 0,25 – за 50% верных из всех правильных; 0,1 – за 1 верный из правильных.

### Аттестация 2 (тестовые вопросы)

1. Важными свойствами для оценки качества являются: ...
  - a) технический уровень;
  - b) эстетический уровень;
  - c) эксплуатационный уровень;
  - d) техническое качество;
  - e) все перечисленное выше.
2. Основные аргументы в пользу использования идеологии и положения международных стандартов серии ИСО 9000:
  - a) указанные стандарты ориентированы на рыночные отношения;
  - b) аккумулируют положительный опыт организации управления (менеджмента) в промышленности ведущих индустриальных держав;
  - c) универсальны для применения предприятиями различных отраслей промышленности и к различным видам деятельности;
  - d) признаны практически всеми развитыми странами в качестве основы для организации взаимовыгодных торгово-экономических взаимоотношений предприятий;
  - e) все перечисленное выше.
3. Чье это утверждение: «О повышении цены можно вести речь только тогда, когда потребитель получает продукцию принципиально нового технического уровня. Но и в этом случае сразу необходимо планировать последующее снижение себестоимости за счет отладки, стабилизации и доводки производственного процесса и упорядочения деятельности в цепи «поставщик — изготовитель — потребитель» ...»?
  - a) Ф.. Тейлор;
  - b) Э. Деминг;
  - c) К. Исикава;

- d) Б. Кросби;
- e) Д. Джуран.

4. Второй этап развития системы управления качеством предполагал ...

a) документирование системы качества, устанавливающее ответственность и полномочия, а также взаимодействие в области качества всего руководства предприятия. Системы мотивации стали смещаться в сторону человеческого фактора. Выдвинута концепция тотального (всеобщего) контроля качества – ТQC;

b) усилением влияния общества на предприятия, а предприятия стали все больше учитывать интересы общества. Появились стандарты серии ИСО 14000. Усиливается внимание руководителей предприятий к удовлетворению потребностей своего персонала;

c) установление технических и производственных норм специалистами и инженерами, а рабочие лишь обязаны их выполнять, были введены первые профессионалы в области качества — инспекторы. Система мотивации предусматривала штрафы за дефекты и брак, а также увольнение;

d) разработку и использование контрольных карт, выполненных В. Шухартом, первые понятия и таблицы выборочного контроля качества. Появилась специальность — инженер по качеству;

e) появление серии новых международных стандартов на системы качества - стандарты ИСО 9000. Управление всеми сферами деятельности предприятия организуется исходя из интересов качества. Начался переход от тотального контроля качеством (ТQC) к тотальному менеджменту качества (TQM).

5. Четвертый этап развития системы управления качеством предполагал ...

a) документирование системы качества, устанавливающее ответственность и полномочия, а также взаимодействие в области качества всего руководства предприятия. Системы мотивации стали смещаться в сторону человеческого фактора. Выдвинута концепция тотального (всеобщего) контроля качества – ТQC;

b) установление технических и производственных норм специалистами и инженерами, а рабочие лишь обязаны их выполнять, были введены первые профессионалы в области качества — инспекторы. Система мотивации предусматривала штрафы за дефекты и брак, а также увольнение;

c) появление серии новых международных стандартов на системы качества - стандарты ИСО 9000. Управление всеми сферами деятельности предприятия организуется исходя из интересов качества. Начался переход от тотального контроля качеством (ТQC) к тотальному менеджменту качества (TQM);

d) разработку и использование контрольных карт, выполненных В. Шухартом, первые понятия и таблицы выборочного контроля качества. Появилась специальность — инженер по качеству;

e) усилением влияния общества на предприятия, а предприятия стали все больше учитывать интересы общества. Появились стандарты серии

ИСО 14000. Усиливается внимание руководителей предприятий к удовлетворению потребностей своего персонала.

6. Качество – это ...

a) совокупность свойств и характеристик продукции, которые придают ей способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности;

b) объективная способность продукции, которая может проявляться при ее создании, эксплуатации и потреблении;

c) превышение ожиданий потребителя за более низкую цену, чем он предполагает;

d) нет правильного ответа.

7. Под внутренними затратами на дефект подразумеваются ...

a) затраты до того, как продукт был продан;

b) затраты на определение и подтверждение достигнутого уровня качества;

c) затраты после продажи продукта;

d) затраты на предотвращение возможности возникновения дефектов.

8. К методам калькуляции затрат на обеспечение качества не относится ...

a) метод деления затрат на внутреннюю хозяйственную деятельность и на затраты, связанные с внешними работами;

b) метод калькуляции затрат, связанных с процессами;

c) метод калькуляции, основанный на нормах и нормативах использования всех ресурсов;

d) метод определения потерь вследствие низкого качества;

e) метод калькуляции затрат на полном жизненном цикле (ЖЦ) продукции.

9. Как достичь повышения качества продукции на фирме?

a) за счет снижения брака;

b) используя и совершенствуя систему управления качеством на предприятии;

c) повышая качество работ всех подразделений предприятия;

d) за счет переобучения персонала.

10. Концепция, предусматривающая всестороннее и скоординированное применение систем и методов управления качеством ...

a) ISO 9000:2001

b) TQM

c) PDCA

d) TQC

11. Качество является ...

a) обособленным понятием, отражающим непосредственно эффективность фирмы на этапе производства продукции;

b) комплексным понятием, отражающим эффективность всех сторон деятельности фирмы;

- c) понятием, отражающим непосредственно эффективность фирмы на этапе проектирования новой продукции;
- d) нет правильного ответа.

12. Чье это утверждение: «Безнравственно говорить о повышении цены при повышении качества продукции, так как повышение качества связано со стабилизацией производства, уменьшением дефектности, уменьшением издержек, а, следовательно, с уменьшением себестоимости и цены»?

- a) Ф.. Тейлор;
- b) Э. Деминг;
- c) К. Исикава;
- d) Б. Кросби;
- e) Д. Джуран.

13. Первый этап развития системы управления качеством предполагал

...

a) документирование системы качества, устанавливающее ответственность и полномочия, а также взаимодействие в области качества всего руководства предприятия. Системы мотивации стали смещаться в сторону человеческого фактора. Выдвинута концепция тотального (всеобщего) контроля качества – TQC;

b) появление серии новых международных стандартов на системы качества - стандарты ИСО 9000. Управление всеми сферами деятельности предприятия организуется исходя из интересов качества. Начался переход от тотального контроля качеством (TQC) к тотальному менеджменту качества (TQM);

c) установление технических и производственных норм специалистами и инженерами, а рабочие лишь обязаны их выполнять, были введены первые профессионалы в области качества — инспекторы. Система мотивации предусматривала штрафы за дефекты и брак, а также увольнение;

d) разработку и использование контрольных карт, выполненных В. Шухартом, первые понятия и таблицы выборочного контроля качества. Появилась специальность — инженер по качеству;

e) усилением влияния общества на предприятия, а предприятия стали все больше учитывать интересы общества. Появились стандарты серии ИСО 14000. Усиливается внимание руководителей предприятий к удовлетворению потребностей своего персонала.

14. Третий этап развития системы управления качеством предполагал

...

a) появление серии новых международных стандартов на системы качества - стандарты ИСО 9000. Управление всеми сферами деятельности предприятия организуется исходя из интересов качества. Начался переход от тотального контроля качеством (TQC) к тотальному менеджменту качества (TQM);

b) документирование системы качества, устанавливающее ответственность и полномочия, а также взаимодействие в области качества всего руководства предприятия. Системы мотивации стали смещаться в



сторону человеческого фактора. Выдвинута концепция тотального (всеобщего) контроля качества – ТQC;

с) установление технических и производственных норм специалистами и инженерами, а рабочие лишь обязаны их выполнять, были введены первые профессионалы в области качества — инспекторы. Система мотивации предусматривала штрафы за дефекты и брак, а также увольнение;

d) усилением влияния общества на предприятия, а предприятия стали все больше учитывать интересы общества. Появились стандарты серии ИСО 14000. Усиливается внимание руководителей предприятий к удовлетворению потребностей своего персонала;

e) разработку и использование контрольных карт, выполненных В. Шухартом, первые понятия и таблицы выборочного контроля качества. Появилась специальность — инженер по качеству.

15. Пятый этап развития системы управления качеством предполагал ...

a) документирование системы качества, устанавливающее ответственность и полномочия, а также взаимодействие в области качества всего руководства предприятия. Системы мотивации стали смещаться в сторону человеческого фактора. Выдвинута концепция тотального (всеобщего) контроля качества – ТQC;

b) установление технических и производственных норм специалистами и инженерами, а рабочие лишь обязаны их выполнять, были введены первые профессионалы в области качества — инспекторы. Система мотивации предусматривала штрафы за дефекты и брак, а также увольнение;

с) появление серии новых международных стандартов на системы качества - стандарты ИСО 9000. Управление всеми сферами деятельности предприятия организуется исходя из интересов качества. Начался переход от тотального контроля качеством (ТQC) к тотальному менеджменту качества (TQM);

d) усилением влияния общества на предприятия, а предприятия стали все больше учитывать интересы общества. Появились стандарты серии ИСО 14000. Усиливается внимание руководителей предприятий к удовлетворению потребностей своего персонала;

e) разработку и использование контрольных карт, выполненных В. Шухартом, первые понятия и таблицы выборочного контроля качества. Появилась специальность — инженер по качеству.

16. Наука о способах измерения и количественной оценке качества продукции и услуг называется ...

- a) статистика;
- b) логистика;
- c) квалиметрия;
- d) эконометрика.

17. Под внешними затратами на дефект подразумеваются ...

- a) затраты до того, как продукт был продан;

- b) затраты на определение и подтверждение достигнутого уровня качества;
- c) затраты после продажи продукта;
- d) затраты на предотвращение возможности возникновения дефектов.

18. «Петля качества» («спираль качества») – это: ...

- a) концептуальная модель взаимозависимых видов деятельности, влияющих на качество на различных стадиях – от определения потребностей до оценки их удовлетворения (т.е. модель жизненного цикла товара);
- b) изменение качества товара на различных этапах его жизненного цикла;
- c) график, описывающий зависимость качества товара от спроса и предложения;
- d) нет правильного ответа.

19. Стандарты ИСО серии 9000 – это:

- a) система сертификации продукции;
- b) международная система качества продукции;
- c) международные стандарты на системы управления качеством продукции;
- d) стандарты по общему руководству качеством и обеспечению качества.

20. Какой вид деятельности по управлению качеством направлен на «оценку и подтверждение соответствия объектов: продукции, услуги, процессов, персонала, рабочих мест и других объектов установленным к ним требованиям техническими регламентами, стандартами и другими НД»?

- a) сертификация;
- b) управление качеством;
- c) стандартизация;
- d) аудит.

### **Аттестация 3 (тестовые вопросы)**

1. Предложил «Справочник по качеству» как основной документ системы обеспечения качества предприятия:

- a) Месинг
- б) Джуран
- в) Деминг

2. Основой для расчета потребности в материалах являются математико-статистические методы, дающие ожидаемую потребность, при использовании метода:

- a) детерминированного
- б) стохастического
- в) аналитического

3. «Потребитель должен получать только годные изделия. Отбраковка сохраняется. Но основные усилия следует сосредоточить на управлении

производственными процессами, обеспечивая увеличение процента выхода годных изделий», — такова основная идея фазы:

- а) менеджмента качества
- б) планирования качества
- в) управления

4. Новые тенденции в политике вознаграждений предусматривают награждение:

- а) тех, которые идут на риск, а не тех, которые его избегают
- б) суммарной работы, а не обдуманного труда
- в) скорости, а не качества работы

5. Японская система планирования и увеличения производительности базируется на пяти «нулях» в организации производства и предполагает отсутствие:

- а) стандартов, запасов, времени подготовки производства, запросов, выпусков
- б) аналогов, запасов, времени подготовки производства, переработки, бумаги
- в) дефектов, запасов, времени подготовки производства, остановок, бумаги

6. Количественно или качественно установленные требования к характеристикам (свойствам) объекта, дающие возможность их реализации и проверки, называются:

- а) эталонами качества
- б) показателями качества
- в) требованиями к качеству

7. Планирование требуемых материалов с учетом излишка складских его запасов получило название:

- а) MRP
- б) KANBAN
- в) ROP

8. Модель Всеобщего контроля качества (TQC) предложил:

- а) Фейгенбаум
- б) Деминг
- в) Тейлор

9. Логическое представление шаг за шагом процедуры или процесса называется:

- а) системой действия
- б) структурой параметра
- в) схемой потоков

10. Потребность в материальных ресурсах за вычетом наличия запасов на складе и в производстве — потребность:

- а) брутто
- б) нетто
- в) первичная

11. Отражают затраты на разработку, изготовление и эксплуатацию продукции показатели качества:

- а) экономические
- б) социальные
- в) экологические

12. Характеристикой MRP является:

- а) планирование брака
- б) уверенность в партнерах
- в) независимость материалов друг от друга

13. Включает в себя планирование, выполнение, контроль и корректирующее действие (PDCA) цикл:

- а) Деминга
- б) Кросби
- в) Исикавы

14. По теории Левина, закрепление нового порядка в процессе внедрения изменений означает:

- а) «развитие»
- б) «действия»
- в) «замораживание»

15. К внутренним потребителям относятся:

- а) пользователи результатов бизнеса компании
- б) конечные пользователи продукта компании
- в) крупные и средние потребители

16. Предложил функцию потерь качества, разработал методiku планирования промышленных экспериментов:

- а) Исикава
- б) Тагути
- в) Джуран

17. Программу «Ноль дефектов» предложил:

- а) Форд
- б) Деминг
- в) Кросби

18. Для обеспечения положительной динамики развития предприятия необходима(о,ы):

- а) проведение опросов потребителей
- б) постоянные улучшения
- в) высокое качество продукции

19. Существуют два вида ревизии энергозатрат:

- а) групповой и единоличный
- б) частный и официальный
- в) предварительный и детальный

20. Признак качества информации:

- а) способ обработки информации
- б) возможность использования по назначению
- в) способ получения информации

21. Что подразумевается под принципом ориентированной на потребителя компании:

- а) понимание и выполнение требований потребителей
- б) установка тесных связей со своими постоянными клиентами
- в) необходимость производства современной эффективной продукции

22. Признак качества информации:

- а) способ обработки информации
- б) затраты и эффективность применения
- в) способ получения информации

23. В чём заключается основная роль руководства:

- а) обеспечение эффективного стратегического развития компании
- б) профессиональный уровень организации
- в) усиление вовлечённости сотрудников в процесс достижения целей

руководства

24. Введение штрафов за дефектную продукцию впервые было применено системой:

- а) управления ресурсами
- б) Тейлора
- в) сплошного контроля

25. Что подразумевается под принципом взаимовыгодных отношений с поставщиком:

а) усовершенствование степени готовности компании осуществлять выпуск продукции

б) повышение способности каждой из сторон создавать полезный продукт

- в) улучшение ценности продукции, создаваемой обеими сторонами

26. При планировании продукции определяются:

- а) способы взаимодействия с потребителями
- б) возможности и цели производителя
- в) объёмы производства и реализации

27. В чём заключается принцип непрерывного улучшения:

а) усовершенствование качества продукции как постоянная цель производителя

б) непрерывное улучшение сведений и знаний, используя информационные носители

- в) постоянное совершенствование производственных средств

28. В чём заключается системный подход к менеджменту:

а) качество продукции улучшается благодаря работе структурных подразделений компании

б) организация рассматривается в виде системы с сетью бизнес-процессов

в) эффективность компании повышается в результате взаимосвязанного управления

29. Значение термина «Подход как к процессу»:

а) ресурсы контролируются подобно процессам с целью повышения продуктивности

б) осуществление управления процессами создания продукта самой организацией

в) необходимость выявления процессов коммерческой деятельности компании

30. Один из составных элементов механизма управления качеством производства:

а) менеджмент контроля качества

б) система контроля качества

в) политика инновационных разработок

## Аттестация 2 (индивидуальные задания)

### Лабораторная работа № 1

#### Распределение показателей качества по количественному признаку

Качество продукции оценивается при помощи тех или иных показателей. Показатели качества (признаки качества) могут быть количественными или качественными. Количественный признак выражается численным значением, например, длиной детали, мощностью изделия и т.п. Если партия продукции состоит из единиц продукции (например, из изделий), то в каждой единице продукции количественный признак качества принимает некоторое случайное значение, т.е. является случайной величиной и имеет некоторое распределение.

Интегральная функция распределения случайной величины  $F(x)$  – это функция, показывающая зависимость вероятности того, что случайная величина  $X$  не превышает некоторый уровень  $x$ :

$$P(X < x) = F(x) \quad (1)$$

Вероятность попадания случайной величины в некоторый интервал равна разности значений интегральных функций распределения в концах этого интервала:

$$P(x_1 < X < x_2) = F(x_2) - F(x_1) \quad (2)$$

Дифференциальная (или весовая) функция (или плотность) распределения  $f(x)$  случайной величины является производной от интегральной функции. Она приближённо равна отношению вероятности попадания случайной величины внутрь некоторого интервала к длине этого интервала. Вероятность попадания случайной величины в некоторый интервал равна площади под кривой дифференциальной функции распределения в этом интервале. Площадь под всей кривой дифференциальной функции равна единице.

Наиболее часто количественный показатель качества имеет приблизительно нормальное распределение. Любое нормальное распределение имеет два параметра, однозначно определяющих его: математическое ожидание показателя  $\mu$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  (или дисперсия  $\sigma^2$ ) как мера рассеяния показателя.

Пример 1.1. Из текущей продукции отобраны 30 пластин пьезоэлементов. Электрическая ёмкость пластин в  $\text{нФ} \cdot 10^3$  представлена в следующем ряду: 9,2 12,2 10,5 9,4 8,9 7,4 10,1 11,7 11,4 11,0 10,2 8,0 7,3 7,0 9,6 8,4 10,8 8,4 11,2 8,8 10,7 8,6 9,7 9,8 9,5 12,5 9,8 9,5 9,2 7,7. Известно, что распределение показателя ёмкости приблизительно соответствует нормальному. Необходимо найти параметры распределения и построить графики интегральной и дифференциальной функций распределения ёмкости пластин.

Используем программу Excel пакета MS Office. Открываем новую книгу программы и переименовываем Лист 1 в Задание 1. Для этого можно на ярлыке с названием листа открыть контекстное меню (правой кнопкой мыши) и выбрать команду. Переименовать. На этом листе будем проводить все вычисления и построения.

В ячейку A1 вводим заголовок работы Лаб. работа 1. Распределение показателей качества по количественному признаку. В ячейку A5 вводим заголовок столбца Ёмкость. Далее, начиная с ячейки A6 в столбец A вводим значения ёмкости пластин.

Затем находим параметры распределения. Вообще говоря, параметры распределения не могут быть найдены абсолютно точно никогда. Однако при объёме выборки не менее 30 обычно считают, что точечные оценки параметров нормального распределения с приемлемой точностью равны параметрам. Оценкой математического ожидания является среднее значение выборки  $\bar{x}$ , а оценкой среднего квадратичного отклонения (СКО)  $\sigma$  – выборочное СКО  $s$ .

Таким образом, расчёт параметров распределения может быть выполнен следующим образом: в ячейку A3 вводим текст  $\mu=$  и выравниваем его по правому краю ячейки кнопкой на панели инструментов. В соседней ячейке B3 рассчитываем значение среднего выборки как оценку математического ожидания. Для этого выбираем команду *Вставка* → *Функция* (или нажимаем соответствующую кнопку на панели инструментов) и в диалоговом окне выбираем статистическую функцию СРЗНАЧ. В окно Число 1 вводим диапазон ячеек с данными A6:A35 путём выделения этого диапазона указателем мыши при нажатой левой кнопке. (*Внимание! Адреса ячеек вводить в формулы рекомендуется путём указания мышью на эти ячейки, но не вводом адресов с клавиатуры, который значительно увеличивает вероятность ошибок и замедляет работу*). Нажав кнопку ОК, получаем в ячейке B3 значение математического ожидания 9,61667. В ячейку D3 вводим текст  $\sigma=$  и выравниваем его по правому краю. В соседней ячейке F3 рассчитываем выборочное СКО как оценку генерального СКО по статистической функции СТАНДОТКЛОН. Получаем значение СКО 1,437691.

Для построения графиков нужны столбцы данных  $x$ ,  $F(x)$  и  $f(x)$ . Соответствующие заголовки вводим в ячейках C5, D5, E5.

В столбце с заголовком  $x$  должны находиться значения квантиля распределения (в данном случае – ёмкости). Целесообразно варьировать  $x$  в интервале  $\mu \pm 3\sigma$ , поскольку в соответствии с правилом трёх сигм в этом интервале находится практически 100% значений случайной величины (более точно – 99,73%). Поэтому в ячейку C6 вводим значение 5,4, что примерно равно - 3. Затем вводим остальные значения  $x$  командой *Правка* → *Заполнить* → *Прогрессия*. В открывшемся диалоговом окне выбираем расположение по столбцам, шаг 0,1 (чтобы получить достаточно много точек для построения графиков) и предельное значение 13,8, соответствующее примерно + 3. В результате выполнения команды столбец будет заполнен значениями, возрастающими с шагом 0,1 до значения 13,8 в ячейке C90.

Далее в ячейке D6 рассчитываем значение интегральной функции распределения  $F(x)$  для квантиля 5,4 по статистической функции НОРМРАСП. В открывшемся диалоговом окне делаем ссылки на соответствующие ячейки, в строке Интегральный вводим (в соответствии со справкой в нижней части окна) значение истина и получаем в ячейке D6 значение 0,001679. Аналогичным образом в ячейке E6 рассчитываем значение дифференциальной функции распределения  $f(x)$  для квантиля 5,4, но в строке Интегральный вводим (в соответствии со справкой в нижней части окна) значение ложь.

Получаем значение  $f(x)$ , равное 0,003761.

Формулы из ячеек D6 и E6 следует скопировать в диапазон D7:E90. Однако сначала надо задать в формулах абсолютную адресацию для тех строк, столбцов или ячеек, адреса которых при копировании не должны меняться. В обеих формулах абсолютные адреса должны быть у ячеек B3 и E3, в которых содержатся значения математического ожидания и СКО. В адресах этих ячеек перед именами строк и столбцов

следует ввести символ \$. Это можно сделать в строке формул вводом с клавиатуры, но более эффективен следующий способ: в строке формул выделить адреса нужных ячеек указателем мыши, нажать клавишу F4, а затем Enter. В результате, например, в ячейке D6 должна быть получена формула =НОРМРАСП(C6;\$B\$3;\$E\$3;ИСТИНА).

После этого можно скопировать формулы из ячеек D6 и E6 в диапазон D7:E90. На этом расчёт данных для построения графиков будет закончен (рис. 1.1).

Для построения графика интегральной функции распределения открываем Мастер диаграмм, выбираем тип диаграммы Точечная и вид Со значениями, соединёнными сглаживающими линиями без маркеров. На втором шаге выделяем диапазон C6:D90, На третьем шаге вводим заголовки (заголовки см. на рис. 1.2) и основные линии сетки, отменяем легенду. На четвёртом шаге помещаем диаграмму на имеющемся листе. Полученную (после нажатия кнопки *Готово*) диаграмму редактируем, используя контекстное меню и двойной щелчок мышью на редактируемых элементах диаграммы. Полученный график интегральной функции распределения показан на рис. 1.2.

E6		=НОРМРАСП(C6;\$B\$3;\$E\$3;ЛОЖЬ)									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
<b>Распределение показателей качества по количественному признаку</b>											
1											
2											
3	$\mu=$	9,61667		$\sigma=$	1,437691						
4											
5	Ёмкость		x	F(x)	f(x)						
6	9,2		5,4	0,001679	0,003761						
7	12,2		5,5	0,002096	0,004601						
8	10,5		5,6	0,002604	0,005601						
9	9,4		5,7	0,003222	0,006787						
10	8,9		5,8	0,003969	0,008183						
11	7,4		5,9	0,004867	0,009818						
12	10,1		6	0,005941	0,011724						
13	11,7		6,1	0,007221	0,013932						
14	11,4		6,2	0,008739	0,016476						
15	11		6,3	0,010529	0,019391						
16	10,2		6,4	0,012631	0,022711						
17	8		6,5	0,015086	0,026471						

Рис. 1.1. Результаты расчёта параметров распределения и данных для построения графиков в примере 1.1



Рис. 1.2. Интегральная функция распределения ёмкости пластин пьезоэлементов

Для построения графика дифференциальной функции распределения выполняем аналогичные действия. При этом на втором шаге в качестве диапазона данных выделяем диапазоны ячеек C6:C90 и E6:E90. Поскольку эти диапазоны находятся не в соседних столбцах, их выделение может быть сделано при нажатой клавише Ctrl. График дифференциальной функции распределения показан на рис. 1.3.





Рис. 1.3. Дифференциальная функция распределения ёмкости пластин пьезоэлементов

**Задание**

1. Выполнить расчёты и построения в соответствии с примером 1.1. Чему равна вероятность того, что ёмкость случайно выбранной пластины пьезоэлемента меньше  $11n\Phi \cdot 10^3$ ? Чему равна вероятность того, что ёмкость случайно выбранной пластины пьезоэлемента находится в интервале от  $9n\Phi \cdot 10^3$  до  $10n\Phi \cdot 10^3$ ?
2. Построить на одной диаграмме графики интегральных функций трёх нормальных распределений, имеющих параметры, приведённые в табл. 1.
3. Построить на одной диаграмме графики дифференциальных функций трёх нормальных распределений, имеющих параметры, приведённые в табл. 1.
4. Сделать выводы о влиянии параметров распределения на вид и положение графиков функций распределения.

Таблица 1

Варианты заданий к лабораторной работе № 1

№	Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3		Вариант 4		Вариант 5	
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$
1	1	2	2	2	6	1	0,5	0,5	1	4
2	2	2	2	4	9	1	1	0,5	0,5	4
3	2	4	1	4	9	3	1	2	0,5	2
№	Вариант 6		Вариант 7		Вариант 8		Вариант 9		Вариант 10	
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$
1	2	3	0,5	0,5	3	3	5	2	4	3
2	0	3	0,5	1	1	3	3	2	5	3
3	0	1	1	1	1	1	3	1	5	2

**Лабораторная работа № 2**

**Анализ точности технологического процесса**

Статистическое регулирование технологического процесса предполагает проведение предварительного анализа точности и стабильности.

Стабильность можно оценить путём построения и анализа гистограмм и контрольных карт. Для оценки точности технологического процесса (при нормальном распределении показателя качества) находят вероятную долю дефектной продукции  $q$  и коэффициент точности  $K_t$ , а также оценивают параметры распределения – математическое ожидание  $\mu$  и СКО  $\sigma$ . Для этого берут выборку объёмом обычно не менее 100. Целесообразно отбирать единицы продукции не подряд, а, например, каждую пятую, десятую и т.п., что позволит более правильно оценить состояние технологического процесса.

При правильной настройке технологического процесса математическое ожидание должно соответствовать середине поля допуска, задаваемого (обычно в нормативно-технической документации на продукцию) верхней и нижней границами  $T_v$  и  $T_n$ . В этом случае  $\mu = \mu_0$ . При отклонении  $\mu$  от  $\mu_0$  увеличивается доля дефектной продукции.

Увеличение среднего квадратичного отклонения приводит к большему рассеянию показателя качества, вследствие чего также увеличивается доля дефектной продукции.

Вероятную долю дефектной продукции  $q$  (или вероятную долю годной продукции  $p = 1 - q$ ) можно рассчитать, исходя из свойств интегральной функции распределения (рис.3.1.), в соответствии с которыми

$$P(x < T_n) = F(T_n) \quad (7)$$

и

$$P(T_n < x < T_v) = F(T_v) - F(T_n) \quad (8)$$

Если для продукции задан только нижний допуск, то дефектной будет продукция, у которой показатель качества  $x < T_n$  и, следовательно,  $q = F(T_n)$ .

Если для продукции задан только верхний допуск, то дефектной будет продукция, у которой показатель качества  $x > T_v$  и, следовательно,

$$\begin{aligned} p &= F(T_v) \\ q &= 1 - F(T_v) \end{aligned} \quad (9)$$

Если для продукции заданы верхний и нижний допуски, то дефектной будет продукция, у которой показатель качества  $T_n < x < T_v$  и, следовательно

$$\begin{aligned} p &= F(T_v) - F(T_n) \\ q &= 1 + F(T_n) - F(T_v) \end{aligned} \quad (10)$$

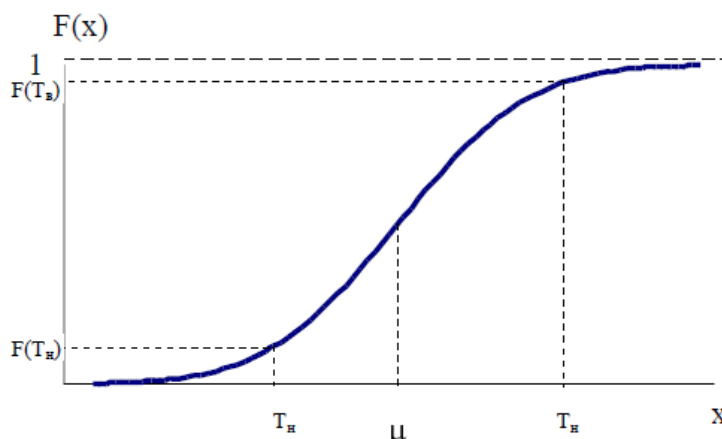


Рис. 3.1. Определение доли дефектной продукции по интегральной функции распределения.

Коэффициент точности технологического процесса  $K_T$  позволяет количественно оценить точность технологического процесса.

$$K_T = \frac{6S}{T} \quad (11)$$

где допуск  $T = T_v - T_n$ ,  $S$  – выборочное СКО.

При  $K_T > 0,75$  технологический процесс достаточно точный.

При  $K_t = 0,76 \dots 0,98$  технологический процесс требует внимательного наблюдения.

При  $K_t > 0,98$  точность неудовлетворительная.

Пример 3.1. Предварительный анализ технологического процесса получения бумаги по разрывной длине показал, что  $\mu = 2500$  м и  $\sigma = 100$  м. Установлено, что распределение разрывной длины примерно соответствует нормальному. В технических условиях указано, что разрывная длина бумаги должна быть не менее 2300 м. Определить вероятную долю дефектной продукции.

Открываем новый файл. Вводим заголовок работы «Лаб. работа 3. Анализ точности технологического процесса». В соответствии со свойствами интегральной функции распределения

$$q = F(T_n) \quad (12)$$

Расчёт с использованием статистической функции НОРМРАСП даёт значение  $q = 0,02275$  (Рис 3.2).

	A	B	C
1	Лаб. работа 3. Анализ то		
2			
3	μ=	2500	
4	σ=	100	
5	Tн=	2300	
6			
7	q=	0,02275	

Рис 3.2. Расчёт вероятной доли дефектной продукции в примере 3.1.

Таким образом, вероятная доля дефектной продукции составляет около 2,3%.

### Задание

1. Выполнить расчёты в соответствии с примером.
2. В технических условиях задан диаметр вала  $80 \pm 0,4$  мм. Установлено, что в производстве валов математическое ожидание диаметра равно 79,8 мм, среднее квадратичное отклонение – 0,18 мм. Найти вероятную долю дефектной продукции и коэффициент точности технологического процесса. Является ли процесс достаточно точным?
3. Как изменятся показатели точности технологического процесса, описанного в задании 2, если настроить математическое ожидание диаметра вала на середину поля допуска?
4. Как изменятся показатели точности технологического процесса, описанного в задании 2, если настроить оборудование так, чтобы СКО диаметра вала уменьшилось до 0,1 мм?

## Аттестация 3 (индивидуальные задания)

### Лабораторная работа № 1

#### Гистограммы

Гистограмма – это серия столбиков одинаковой ширины, но разной высоты, показывающая рассеяние и распределение данных. Ширина столбика – это интервал в диапазоне наблюдений, высота – количество данных, приходящихся на тот или иной интервал, т.е. частоты. По существу, гистограмма отображает распределение исследуемого показателя. Гистограмма позволяет оценить характер рассеивания показателя и разобраться в том, на чём следует сосредоточить усилия по улучшению.

Характерные типы гистограмм показаны на рис. 6.1.

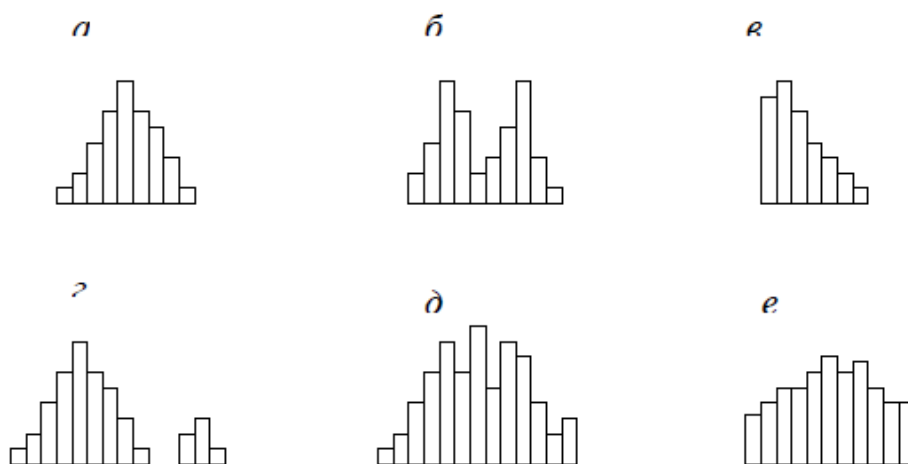


Рис 6.1. Характерные типы гистограмм

На рис. 6.1, а показан обычный тип гистограммы с двусторонней симметрией, что указывает на стабильность процесса.

На рис 6.1, б в распределении имеется два пика (двугорбая гистограмма). Такая гистограмма получается при объединении двух распределений, например, в случае двух видов сырья, изменения настройки процесса или объединения в одну партию изделий, обработанных на двух разных станках. Требуется расслоение продукции.

На рис. 6.1, в показана гистограмма с обрывом. Такое распределение получается, когда невозможно получить значение ниже (или выше) некоторой величины. Подобное распределение имеет место также, когда из партии исключены все изделия с показателем ниже (и/или выше) нормы, т.е. изначально это была партия с большим количеством дефектных изделий. Такое же распределение получается, когда измерительные приборы были неисправны.

На рис. 6.1, г показана гистограмма с островком. Получается при ошибках в измерениях, или, когда некоторое количество дефектных изделий перемешано с доброкачественными.

На рис. 6.1, д показана гистограмма с провалами («гребёнка»). Получается, когда ширина интервала не кратна единице измерения или при ошибках оператора.

На рис. 6.1, е показана гистограмма в форме плато. Получается, когда объединяются несколько распределений при небольшой разнице средних значений. В этом случае требуется расслоение.

Пример 6.1. Выявить характер рассеяния показателя качества изделий из металлического материала.

Для определения характера рассеяния показателя строим гистограмму.

Порядок построения гистограммы:

1. Намечаем исследуемый показатель качества. В данном случае это коэффициент деформации материала.

2. Проводим измерения. Должно быть не менее 30...50 данных, оптимально – около 100.

Результаты измерений коэффициента деформации представлены в табл. 6.1.

Результаты измерений вводим в электронную таблицу. В ячейку А1 вводим заголовок работы. Начиная с ячейки А3 вводим в столбец порядковые номера измерений с 1 по 100, например при помощи команды *Правка*→*Заполнить*→*Прогрессия*... . В ячейки В3:В102 вводим значения коэффициента деформации из табл. 6.1.

3. Вводим единицу измерений. Единица измерений равна точности, с которой проводились измерения, в данном случае 0,1. Вводим единицу измерений в ячейку Е2.

Таблица 6.1.

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

4. Находим минимальное и максимальное значения выборки. Минимальное и максимальное значения выборки находим с помощью статистических функций МИН и МАКС соответственно в ячейках E3 и E4. При этом интервал для этих функций указываем от ячейки B3 до ячейки B102.

5. Находим размах выборки в ячейке E5 как разность между максимальным и минимальным значениями выборки.

6. Определяем предварительное количество интервалов  $K_{предв}$  как квадратный корень из объема выборки  $N$ . Количество интервалов находим в ячейке E6. Поскольку количество интервалов должно быть целым числом, т.е. полученный квадратный корень следует округлить до целого значения, то сначала в ячейку E6 вводим математическую функцию ОКРУГЛ. В строке Количество\_цифр этой функции указываем 0, т.к. необходимо округление до целого числа. Затем переводим курсор в строку Число и в качестве аргумента функции ОКРУГЛ встраиваем функцию КОРЕНЬ. Для этого в строке формул открываем список функций, выбираем Другие функции... и открываем математическую функцию КОРЕНЬ. В качестве аргумента функции КОРЕНЬ опять при помощи списка в строке формул выбираем статистическую функцию СЧЁТ, в качестве аргумента которой вводим диапазон ячеек от B3 до B102. Поскольку функция СЧЁТ подсчитывает количество чисел в указанном диапазоне, т.е. в данном случае объем выборки, то будет получено значение 100. Затем функция КОРЕНЬ пересчитает это значение в 10, а функция ОКРУГЛ округлит его до целых, т.е. до 10. В целом формула в ячейке E6 будет выглядеть примерно так: =ОКРУГЛ(КОРЕНЬ(СЧЁТ(B3:B102)));0)

7. Определяем ширину интервала в ячейке E7 по формуле  $h = R/K_{предв}$  с округлением до единицы измерения, т.е. в нашем случае до десятых долей. Формула в ячейке E7 будет выглядеть так: =ОКРУГЛ(E5/E6;1).

8. Вводим номера интервалов. Для этого в ячейку D9 вводим заголовок столбца № инт. Начиная с ячейки D10 вводим номера интервалов с 1 примерно до 25.

9. Рассчитываем границы и середины интервалов. В ячейке E10 рассчитываем нижнюю границу первого интервала по формуле

$$X_{min} - \text{ед.изм.}/2$$

Для этого в ячейку E10 вводим формулу =E3-E2/2 и получаем значение нижней границы первого интервала 0,05.

В ячейке E11 рассчитываем нижнюю границу второго интервала, прибавляя к нижней границе первого интервала значение шага. Формула в ячейке E11 будет выглядеть =E10+E7. После указания необходимой абсолютной адресации копирует эту формулу в диапазон E12:E34.

В ячейке F10 рассчитываем верхнюю границу первого интервала, прибавляя к его нижней границе значение шага. После указания необходимой абсолютной1 адресации полученную формулу копируем в диапазон F11:F34.

В ячейке G10 рассчитываем среднее значение первого интервала, например, по статистической формуле СРЗНАЧ. Полученную формулу копируем в диапазон G11:G34.

Поскольку уже в десятом интервале нижняя граница равна 1,85, что больше  $X_{\max}$ , то необходимое количество интервалов равно 9. Поэтому содержимое ячеек диапазона D19:F34 следует очистить.

10. Подсчитываем частоты появления результатов измерений в интервалах. В ячейке H10 рассчитываем частоту для первого интервала при помощи статистической функции СЧЁТЕСЛИ. Функция СЧЁТЕСЛИ подсчитывает количество непустых ячеек в указанном диапазоне, удовлетворяющих заданному условию. Следует подсчитать, сколько раз в диапазоне В3:В102 встречаются ячейки, значения которых находятся в границах первого интервала, т.е. больше 0,05, но меньше 0,25. Таким образом, надо подсчитать ячейки, значения которых удовлетворяют двойному условию. Однако функция СЧЁТЕСЛИ использует только одинарное условие. Поэтому в формуле, записываемой в ячейке H10, функцию СЧЁТЕСЛИ используем дважды. Сначала в функции СЧЁТЕСЛИ вводим диапазон В3:В102 и условие ">0,05". (к сожалению, нельзя указать условие ">E10", ссылаясь на значение нижней границы интервала, поскольку функция СЧЁТЕСЛИ использует условие критерий в форме числа, выражения или текста, но не в форме ссылки на ячейку). Затем переводим курсор в строку формул, ставим знак минус, вновь вводим функцию СЧЁТЕСЛИ, указываем в ней диапазон В3:В102 и условие ">0,25". В результате получаем расчётную формулу  $=\text{СЧЁТЕСЛИ}(\text{В3:В102};">0,05")-\text{СЧЁТЕСЛИ}(\text{В3:В102};">0,25")$ , по которой рассчитывается частота для первого интервала. После указания абсолютной адресации для интервалов копируем эту формулу в диапазон H11:H18. Поскольку в копируемой формуле границы интервалов были указаны численными значениями, то в формулах ячеек диапазона H11:H18 следует исправить численные значения границ на соответствующие тому или иному диапазону. Например, в ячейке H11 формула будет выглядеть так:  $=\text{СЧЁТЕСЛИ}(\text{\$B\$3:\$B\$102};">0,25")-\text{СЧЁТЕСЛИ}(\text{\$B\$3:\$B\$102};">0,45")$ .

Результаты расчётов показаны на рис. 6.1.

11. Строим гистограмму распределения. Открываем мастер диаграмм, выбираем тип Гистограмма и вид Обычная гистограмма отображает значения различных категорий. На втором шаге на вкладке Диапазон данных указываем диапазон H10:H18. На вкладке Ряд в строке Подписи по X указываем диапазон G10:G18 (возможно указание диапазона E10:F18). На третьем шаге вводим заголовки по осям, а также убираем легенду и линии сетки. После создания диаграммы редактируем её, используя контекстное меню. В частности, открыв контекстное меню на одном из столбцов диаграммы, выбираем команду Формат рядов данных..., вкладку Параметры, и устанавливаем ширину зазора 0.

Готовая гистограмма показана на рис. 6.2,а.

		=СЧЁТЕСЛИ(\$B\$3:\$B\$102;">0,25")-СЧЁТЕСЛИ(\$B\$3:\$B\$102;						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<b>Лаб. работа 6. Гистограммы</b>							
2	№	Козф. деформ.	Ед. изм.=	0,1				
3	1	0,9	Xмин =	0,1				
4	2	0,6	Xmax =	1,8				
5	3	0,5	R =	1,7				
6	4	0,6	Kпредв =	10				
7	5	0,7	h =	0,2				
8	6	0,8						
9	7	1	№ инт.	Ниж. гр.	Верх. гр.	Середина	Частота f	
10	8	1,4	1	0,05	0,25	0,15	2	
11	9	1,1	2	0,25	0,45	0,35	8	
12	10	1,5	3	0,45	0,65	0,55	13	
13	11	1,5	4	0,65	0,85	0,75	15	
14	12	0,1	5	0,85	1,05	0,95	20	
15	13	0,8	6	1,05	1,25	1,15	17	

Рис.6.1. Расчёт данных для построения гистограммы в примере 6.1.

Возможно представление гистограммы в виде непрерывной кривой или ломаной линии. Для этого надо в области гистограммы открыть контекстное меню, выбрать команду Тип диаграммы..., выбрать диаграмму Точечная и соответствующий её вид. (Рис. 6.2,б,в).

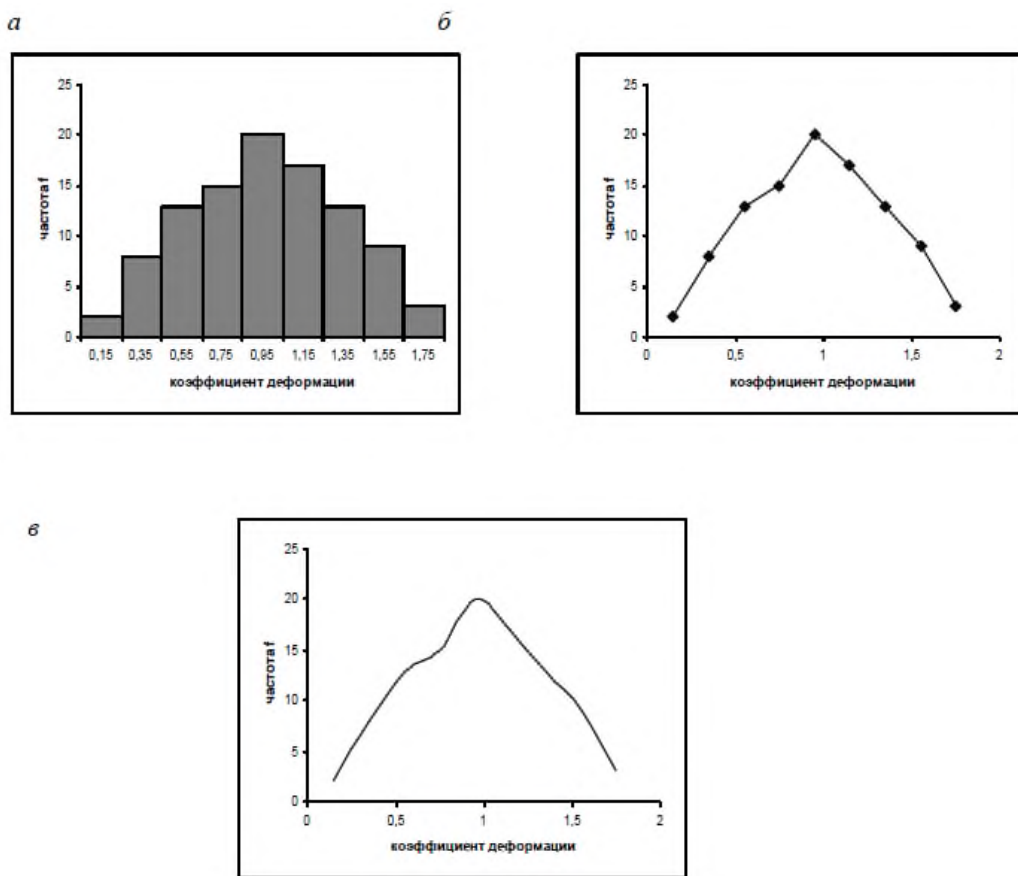


Рис 6.2. Гистограмма в виде столбиковой диаграммы (а), ломаной линии (б) и непрерывной кривой (в).

Полученная гистограмма близка к обычной гистограмме с двусторонней симметрией, что указывает на стабильность процесса.

### Задание

1. Выполнить расчёты и построения в соответствии с примером 6.1.
2. Построить гистограмму по результатам измерения длины деталей, мм (табл. 6.2).
3. Какие меры необходимы для стабилизации технологического процесса?

Таблица 6.2.

### Результаты измерения длин деталей, мм

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

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

## Лабораторная работа № 2

### Диаграмма Парето

Диаграмма Парето строится в виде столбчатого графика и показывает в убывающем порядке относительное влияние каждой причины на общую проблему. Кроме того, на диаграмме обычно приводят кумулятивную кривую накопленного процента причин.

Диаграмма Парето позволяет анализировать проблемы из любой сферы деятельности предприятия, в том числе в сфере управления качеством. Причины изменений качества делятся на две группы: немногочисленные существенно важные и многочисленные несущественные. Устраняя причины первой группы, можно устранить почти все потери, вызванные снижением качества.

Диаграмму Парето целесообразно применять вместе с причинно-следственной диаграммой.

При использовании диаграммы Парето обычно сначала строят диаграмму по результатам деятельности для выявления главной из существующих проблем. Затем строят диаграмму по причинам для выявления главных причин этой проблемы и её решения и т.д. После проведения корректирующих мероприятий диаграмму Парето можно вновь построить и проверить эффективность проведённых улучшений.

При использовании диаграммы Парето для контроля важнейших факторов распространён ABC-анализ. Например, если на складе находится большое число деталей, проводить контроль всех деталей без всякого различия неэффективно. Но если разделить детали на группы по их стоимости, то на долю группы наиболее дорогих деталей (группа А), составляющих 20-30% от общего числа деталей, придётся 70-80% от общей стоимости всех деталей. На долю группы самых дешёвых деталей (группа С), составляющей 40-50% от всего количества деталей, придётся всего 5-10% от общей стоимости. Стоимость промежуточной группы (группа В) составляет 20-30% от общей стоимости. Контроль деталей на складе будет эффективным, если контроль деталей группы А будет самым жёстким, а контроль деталей группы С – упрощённым.

Рекомендуется составлять несколько вспомогательных диаграмм, входящих в состав группы А, с тем чтобы, последовательно анализируя их, в конечном итоге составить отдельную диаграмму Парето для конкретных явлений недоброкачественности.

Пример 7.1. Исследовать проблему появления брака при выпуске деталей.

С учётом того, что потери от брака одной детали каждого вида примерно одинаковы, в качестве единицы измерения выбираем число дефектных деталей каждого вида. После заполнения контрольных листов получаем данные, представленные в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Результаты контрольных листов

№ детали	1	2	3	4	5	6	Прочее
Число дефектных деталей	255	101	59	39	26	15	11

По полученным данным разрабатываем таблицу для проверок данных. Создаём новую книгу Excel. В ячейке А1 вводим заголовок работы. В ячейки А3:Е3 вводим заголовки: № детали, Число дефектных деталей, Накопленная сумма деталей, Процент деталей, Накопленный процент. Для компактного размещения заголовков выделяем



третью строку и используем команду **Формат** → **Ячейки...**, вкладку **Выравнивание**, режим выравнивания по вертикали **По центру**, режим отображения **Переносить по словам**.

В ячейки **A4:B10** вводим данные из таблицы 7.1. В ячейку **A11** вводим заголовок **Итого**. В ячейке **B11** рассчитываем суммарное число дефектных деталей при помощи математической формулы **СУММ**.

Для расчёта накопленной суммы деталей в ячейку **C4** вводим значение **255**, т.е. число дефектных деталей **1**. В ячейке **C5** суммируем число дефектных деталей **1** и **2**, т.е. вводим формулу **=C4+B5**. Для расчёта накопленной суммы деталей в остальных ячейках копируем формулу из ячейки **C5** в диапазон **C6:C10**.

Для расчёта процента деталей следует делить число дефектных деталей каждого вида на общее число дефектных деталей и умножать на **100**. Таким образом, в ячейку **D4** вводим формулу **=B4/B11\*100**. После указания необходимой абсолютной адресации копируем эту формулу в диапазон **D5:D10**. В ячейке **D11** рассчитываем суммарный процент, который должен составить **100%**.

Для расчёта накопленного процента деталей в ячейку **E4** значение (только значение, а не формулу) из ячейки **D4**. Для этого используем команды **Правка** → **Копировать** и **Правка** → **Специальная вставка...** В ячейке **E5** суммируем процент дефектных деталей **1** и **2**, т.е. вводим формулу **=E4+D5**.

Для расчёта накопленного процента в остальных ячейках копируем формулу из ячейки **E5** в диапазон **E6:E10**.

По таблице для проверок данных строим диаграмму Парето. Для этого открываем в мастере диаграмм вкладку **Нестандартные**, выбираем диаграмму типа **График/гистограмма 2**. На втором шаге указываем диапазон данных **A4:B10; E4:E10**. На третьем шаге вводим заголовки и убираем легенду.

После создания диаграммы мастером диаграмм редактируем её при помощи контекстных меню. В частности, максимальное значение шкалы **Число дефектных деталей** указываем **506**, а минимальное **0**. Максимальное значение шкалы

Накопленный процент указываем **100**. Открываем контекстное меню на одном из столбцов, выбираем команду **Формат рядов данных...**, вкладку **Параметры**, и устанавливаем ширину зазора **0**.

Результаты расчётов и построений показаны на рис. 7.1.

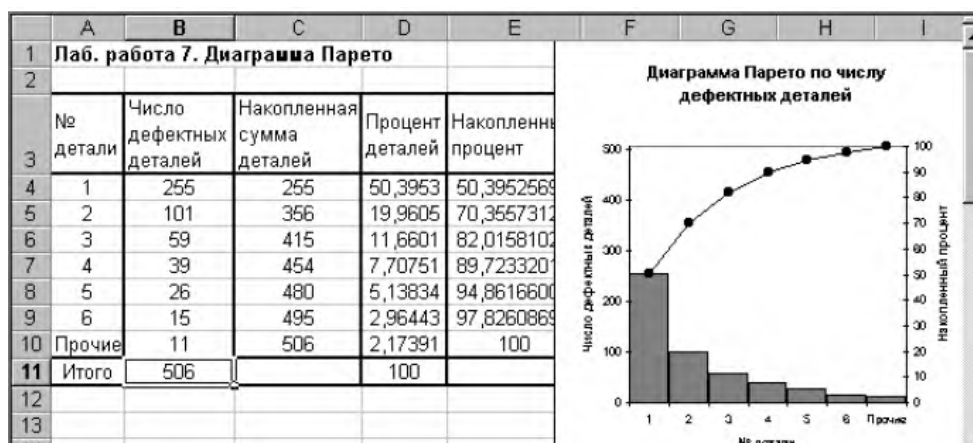


Рис. 7.1. Построение диаграммы Парето по числу дефектных деталей.

Как видно из диаграммы, к группе **A** можно отнести детали **1** и **2** (**70%** от брака), к группе **B** – детали **3,4,5**, к группе **C** – детали **6** и прочие.

Для выяснения наиболее важных дефектов целесообразно построить диаграммы Парето по явления дефектности в деталях **1** и **2**.

Рассмотрим построение такой диаграммы для детали 1. В качестве единицы измерения выбираем сумму потерь от брака, млн. руб. После исследования явлений дефектности получили данные, представленные в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Результаты исследования дефектности

Дефект	Сумма потерь, млн. руб.
Шаг резьбы завышен	1,5
На режущей кромке резца налипсы	6,9
Зависание	1,9
Пропуск операции	0,4
Осталось чернота	0,9
Скос кромки увеличен	0,6
Наружный диаметр занижен	8,3
Прочие	0,2

Диаграмма Парето, построенная по этим данным, показана на рис.7.2.

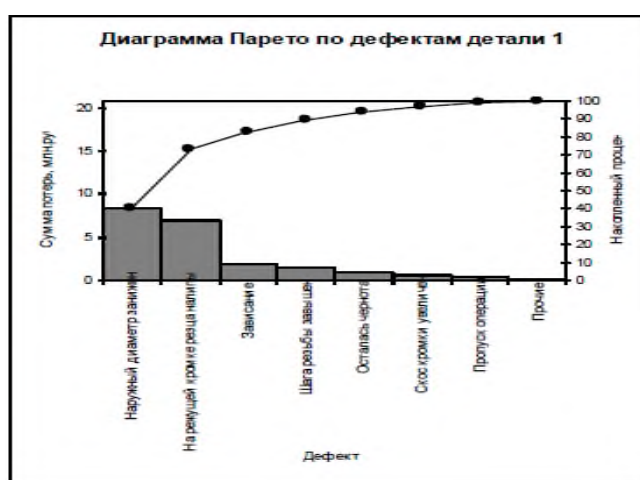


Рис.7.2. Диаграмма Парето по дефектам детали 1.

Как видно из диаграммы, к группе А можно отнести занижение наружного диаметра и налипсы на режущей кромке резца (73% от суммы потерь), к группе В – зависание, завышение шага резьбы, остаточную черноту, к группе С – увеличение скоса кромки, пропуск операции и прочие.

Для выяснения наиболее важных причин потерь целесообразно построить диаграммы Парето по причинам занижения наружного диаметра и налипсов на режущей кромке резца.

При построении такой диаграммы для причин занижения наружного диаметра после заполнения контрольных листов получили данные, представленные в табл. 7.3.

Таблица 7.3.

Данные, полученные после заполнения контрольных листов по причине занижения наружного диаметра

Причина	Число дефектов
Смещение копира	53
Неопытность оператора	11
Неточность рабочего инструмента	4
Устаревший чертеж	98

Ошибки в управлении станком	20
Неточность станка	8
Прочие	7

По этим данным необходимо построить диаграмму Парето, выявить причины занижения наружного диаметра группы А и провести по ним корректирующие мероприятия. После этого можно вновь построить диаграмму Парето для изменившихся условий, чтобы проверить эффективность улучшений.

#### Задание

Выполнить расчёты и построения в соответствии с примером, включая, диаграмму Парето по причинам занижения наружного диаметра.

Оценка индивидуальных заданий по 2, 3 аттестации приводится в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Оценка индивидуальных заданий

Критерии оценивания	Кол-во баллов
Обучающийся умеет анализировать реальные числовые данные, информацию статистического характера, осуществлять практические расчёты по формулам, пользоваться оценкой и прикидкой при практических расчётах. Обоснованно получен верный ответ. Задача решена на 100%.	5
Обучающийся умеет анализировать реальные числовые данные, информацию статистического характера, осуществлять практические расчёты по формулам. В результате решения задачи получен: - неверный ответ из-за вычислительной ошибки; - верный ответ, но решение недостаточно обоснованно. Задача решена не менее чем на 80%.	4
Обучающийся недостаточно верно анализирует реальные числовые данные, информацию статистического характера, осуществляет практические расчёты по формулам. Решение задачи представлено с ошибками. Задача решена не менее чем на 60%.	3
Обучающийся недостаточно верно анализирует реальные числовые данные, информацию статистического характера, осуществляет практические расчёты по формулам. Решение задачи представлено с ошибками. Задача решена не менее чем на 50%.	2
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	1
Максимальный балл	5

### 3. Оценочные средства для проведения промежуточного контроля (промежуточной аттестации)

Семестр	Вид промежуточной аттестации	Вид контрольного мероприятия	Балльные оценки
7	Зачет	Тестовые задания	0-20

	Экзаменационные вопросы	0-30
--	-------------------------	------

### 3.1. Тестовые задания

Тестовые задания промежуточной аттестации представляют собой совокупность тестовых вопросов текущего контроля.

### 3.2 Комплексное задание (экзаменационный билет)

Билеты зачета равноценны по трудности, одинаковы по структуре, параллельны по расположению заданий.

Таблица 3.2 -Критерии оценки экзаменационного билета

Характеристика ответа	Количество баллов за письменный вопрос	Количество баллов за решение задачи
<b>Максимальное количество баллов</b>	<b>20</b>	<b>10</b>
Обучающийся: 1) полно и аргументировано отвечает по содержанию вопроса; 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры; 3) излагает материал последовательно и правильно. Задача решена на 100%.	15-20	10
Обучающийся дает полный аргументированный ответ, но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет. Задача решена не менее чем на 90%.	9-14	7-9
Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки. Задача решена не менее чем на 70%.	3-8	6-7
Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Задача решена не менее чем на 50% или не решена полностью	1-2	0-5

3.2.1 Вопросы на зачете (экзаменационные вопросы) – теоретический вопрос

1. Предмет и задачи, термины и определения, аспекты управления качеством.
2. Этапы развития системы управления качеством: основные задачи и особенности каждого из этапов.
3. Системы качества Советского Союза и их характеристики. Основные составляющие TQM.
4. Составляющие затрат на качество. Методы калькуляции затрат на обеспечение качества, их характеристика.
5. Понятие оптимального уровня качества. Зависимость доходов предприятия от уровня качества. Влияние качества на ценообразование.
6. Взаимосвязь общего менеджмента и менеджмента качества.
7. Петля качества. Цикл Деминга.
8. Управление качеством, обеспечение качества. Функции управления качеством.
9. Понятия: признак, свойство и показатель качества продукции, взаимосвязь этих понятий.
10. Классификация и номенклатура показателей качества.
11. Сущность системы менеджмента качества. Основопологающие принципы современных систем менеджмента качества.
12. Структура управления качеством проекта. Планирование качества.
13. Контроль качества. Классификация видов и методов контроля качества.
14. Основные положения концепции TQM. Внедрение TQM на российских предприятиях.
15. Японские модели управления качеством
16. Европейские модели управления качеством
17. Сущность и содержание сертификации. Составляющие системы сертификации.
18. История создания стандартов качества. Система стандартов семейства 9000.
19. Структурирование функции качества. Анализ последствий и причин отказов.
20. Инструменты контроля качества.
21. Статистические методы: графики.
22. Статистические методы: контрольные листки.
23. Статистические методы: гистограммы, диаграмма разброса, стратификация.
24. Причинно-следственная диаграмма Исикавы.
25. Диаграмма Парето и контрольная карта.
26. Виды контрольных карт.
27. Метод «ABC-анализ»: назначение, сущность, преимущества, недостатки, ожидаемые результаты.
28. Модель всеобщего управления качеством «Дом качества».
29. Реинжиниринг бизнес-процессов. Различия между постоянным улучшением и реинжинирингом.

30.Метод «точно вовремя». Функционально-стоимостной анализ.

31.Система 5S.

### 3.2.2 Задачи на зачете/экзамене – теоретико-практический вопрос

**Задача 1.** Компания работает исключительно по контрактам с заказчиками. В процессе подготовки и подписания контракта согласовываются все требования заказчика. Для изучения удовлетворенности потребителя аудиторю представляются данные по мониторингу информации, касающейся выполнения (невыполнения) компанией требований заказчика, указанных в контракте, как это требует п. 8.2.1 ISO 9001:2008: «Организация должна проводить мониторинг информации, касающийся восприятия потребителями соответствия организации требованиям потребителей, как один из способов измерения работы системы менеджмента качества». В качестве такой информации были представлены данные приемочного (выходного) контроля соответствия продукции требованиям заказчика, сформулированные в контракте. К ним были добавлены результаты проверки других контрактных требований к упаковке, срокам поставки (доставки), монтажу, вводу в эксплуатацию. Аудитор полагает, что требование по изучению удовлетворенности потребителя не должно основываться на контрактных требованиях. Компания же полагает, что если нет требований заказчика, то и нечего «мониторить».

**Вопрос.** Прав ли аудитор, и как в данном случае следует трактовать выполнение п. 8.2.1?

**Задача 2.** По итогам аудита СМК было зафиксировано следующее несоответствие: «Понятие “руководитель процесса” в СМК не используется (приводится только его определение в Руководстве по качеству). Предполагается, что таковыми являются руководители подразделений. Как следствие, руководителями процессов (подпроцессов) не назначаются квалифицированные сотрудники — инженеры, мастера, рабочие».

**Вопрос:** Какое требование ISO 9001:2008 не выполнено, и какие корректирующие действия предполагает аудитор?

**Задача 3.** Аудиторы, проводящие проверку СМК, определили как несоответствие следующее: «В процедуре ПСМК -№№-2003 к записям отнесены все документы, обращающиеся на предприятии, тогда как в ISO 9001:2008 предполагается выделение и отнесение к записям только документов, имеющих отношение к качеству».

**Вопрос:** Правомерно ли считать отмеченное аудитором обстоятельство несоответствием, и если да, то какими должны быть действия по его устранению?

**Задача 4.** При инспекционном аудите органом по сертификации со ссылкой на п. 5.4.1 ISO 9001:2008 аудиторами было выдано уведомление о том, что одно из подразделений организации не представило цели в области

качества. Организация считает, что целями в области качества являются цели по улучшению идентифицированных процессов СМК. Если соответствующим процессом данное подразделение не охвачено, то и целей в области качества у него не должно быть.

**Вопрос:** Кто прав в данной ситуации?

**Задача 5.** В ходе аудита по п. 4.2.3 ISO 9001:2008 было зафиксировано следующее незначительное несоответствие: «На рабочих местах находились отдельные технологические документы, в которые не были внесены изменения». Вместе с тем выявленные документы относились к области бизнес-деятельности, не заявленной в области действия сертифицируемой СМК.

**Вопрос:** Насколько правы аудиторы?