

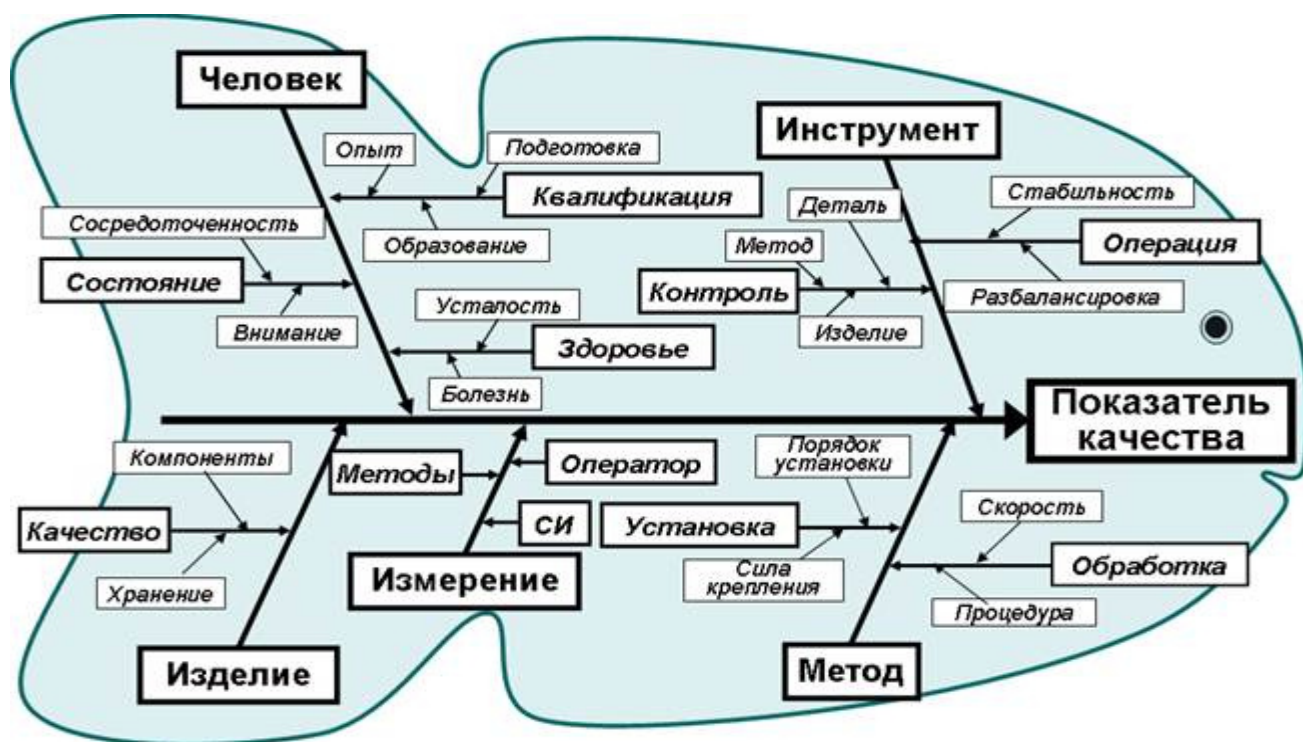
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
БИОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

ПРАКТИКУМ

для лабораторных занятий

«Семь простых инструментов контроля качества»



НОВОСИБИРСК, 2022

УДК 311.42+338.2 (07)

ББК 65.051+60.803, я 7

С 78

Кафедра разведения, кормления и частной зоотехнии

Составитель: канд. биол. наук, доц. *И.А. Ленивкина*

Рецензент: профессор кафедры ТППЭСХП, д-р с.-х. наук *В.В. Гарт*

Статистические методы управления качеством: Практикум для лабораторных занятий «Семь простых инструментов контроля качества»/ Новосиб. гос. аграр. ун-т; биолого-технолог. фак.: сост.: И. А. Ленивкина. – 3-е изд. перераб. и доп. – Новосибирск, 2022. – 59 с.

Практикум для лабораторных занятий по дисциплине «Статистические методы управления качеством» предназначены для студентов всех форм обучения и повышения квалификации по направлениям подготовки: 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, 19.04.01 Биотехнология.

Утвержден и рекомендован к изданию учебно-методическим советом биолого-технологического факультета протокол № 8 от 19.10.2022 г.

© Новосибирский государственный
аграрный университет, 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	5
Тема № 1_Использование контрольных листов.....	8
Тема № 2 Диаграмма Парето.....	16
Тема № 3 Диаграммы Исикавы.....	21
Тема № 4 Гистограммы.....	25
Тема № 5 Контрольные карты Шухарта	34
Тема № 6_Диаграммы разброса (рассеяния)	44
Тема № 7 Метод стратификации (расслаивания).....	48
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ	
СПИСОК.....	48
Приложение А.....	49
Приложение Б	53
Приложение В.....	57
Приложение Г	58

ВВЕДЕНИЕ

В практикуме для лабораторных занятий по теме «Семь простых инструментов контроля качества» рассматриваются следующие методы: регистрация данных о качестве с помощью контрольных листов, анализ Парето, причинно-следственная диаграмма (Исикавы), метод гистограмм, использование контрольных карт, построение диаграмм разброса (рассеяния), метод стратификации (расслаивания).

Целью выполнения занятий по данной тематике - привитие навыков сбора данных о качестве, их анализ с помощью указанных методов и диагностика производственных процессов для предупреждения несоответствий в отношении качества продукции.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В современном мире чрезвычайно важное значение приобретает проблема качества продукции. От ее успешного решения в значительной степени зависит благополучие любой фирмы, любого поставщика. Продукция более высокого качества существенно повышает шансы поставщика в конкурентной борьбе за рынки сбыта и, самое важное, лучше удовлетворяет потребности потребителей. Качество продукции - это важнейший показатель конкурентоспособности предприятия.

Качество продукции закладывается в процессе научных исследований, конструкторских и технологических разработок, обеспечивается хорошей организацией производства и, наконец, оно поддерживается в процессе эксплуатации или потребления. На всех этих этапах важно осуществлять своевременный контроль и получать достоверную оценку качества продукции.

Для уменьшения затрат и достижения уровня качества, удовлетворяющего потребителя, нужны методы, направленные не на устранение дефектов (несоответствий) готовой продукции, а на предупреждение причин их появления в процессе производства.

Каковы же причины появления различных дефектов в изделиях и какие существуют возможности для уменьшения их числа?

Многие считают, что дефектные изделия неизбежны, поскольку продукция должна удовлетворять жестким требованиям стандартов качества, а факторы, ведущие к появлению дефектов, многочисленны. Однако, несмотря на различия в видах продукции и типах технологических процессов, причины появления дефектных изделий универсальны. Частично дефекты вызываются самими физико-химическими процессами создания изделий, а частично они связаны с вариабельностью (изменчивостью) материалов, процессов, приемов работы, методов контроля и т.д. Если бы не было вариабельности, то все изделия были бы идентичными, т.е. их качество было бы абсолютно одинаковым для всех них.

Что будет, например, если изготавливать изделия из материалов одинакового качества на одинаковом оборудовании, с помощью одних и тех же методов и проверять эти изделия совершенно одинаковым образом? Вне зависимости от того, сколько изделий будет изготовлено, все они должны быть идентичными, пока идентичны упомянутые четыре условия, т.е. либо все изделия будут соответствовать требованиям, либо не будут им соответствовать. Все изделия окажутся дефектными, если материалы, оборудование, методы изготовления или контроля будут отличаться от установленных требований. В этом случае неизбежно появление одинаковых дефектных изделий. Если же никаких отклонений в перечисленных четырех условиях производства не будет, то все изделия должны быть «идентичными» - бездефектными.

Но практически невозможно, чтобы все изделия оказались дефектными. Из всего объема выпуска только некоторые будут таковыми, в то время как остальные - бездефектными.

Рассмотрим пример - выпекание изделий. Температура в печи постоянно меняется с изменением напряжения (если процесс идет в электропечи) или давления газа (если используется газовая печь). В самой печи области, расположенные в разных местах: у входа, у боковых стенок, в центральной части, находятся в разных условиях. Когда изделия помещаются в печь для выпекания, количество тепла, которое они получают, варьируется в зависимости от их положения, что влияет на такой показатель качества, как готовность изделия, их цвет и даже размер.

При производстве пищевой продукции приходится иметь дело с вариабельностью и многочисленными причинами дефектности продукции: температура, давление, влажность, время, скорость и множество др. Например, в одной пачке пельменей, сделанных на оборудовании, практически нет двух совершенно одинаковых. Их изменчивость вызывают различия в толщине раскатывания теста, неоднородности смешивания составляющих ингредиентов, различной массе теста и фарша. Различия даже могут вызывать даже такие факторы как кормление и содержание животных, вид возраст, порода и даже способ убой животных. Существует множество исследований, доказывающих, что мясо животных, находившихся в состоянии стресса перед убоем, отличается пониженной влажностью, темным цветом и грубой консистенцией. Другой пример, при копчении мясопродуктов невозможно добиться полной однородности поступления дыма и поддержания одинаковой температуры во всех точках камеры.

Поэтому практически все изделия из одной камеры будут отличаться по вкусу, цвету, запаху, влажности и консистенции.

Физические способности и мастерство рабочих также оказывают воздействие на изменение качества изделий. Есть высокие и низкие, худые и толстые, слабые и сильные люди, левши и люди, у которых лучше развита правая рука. Рабочие могут думать, что они работают одинаково, но есть индивидуальные отличия. Даже один и тот же человек работает по-разному в зависимости от своего самочувствия в каждый конкретный день, состояния и степени усталости. Иногда он допускает ошибки из-за невнимательности.

Ошибки могут допускаться контролерами при измерении параметров изделий. Вариации замеров могут стать следствием использования неисправного измерительного инструмента или несовершенства метода измерения. Так в случае органолептического (визуального) контроля изменения в критериях, которыми руководствуется контролер, могут привести к ошибочной оценке качества продукции и сказаться на объективности принятия решения относительно годности продукции.

Рассматривая проблему подобным образом, можно видеть, что в процессе изготовления изделия существует множество факторов, оказывающих влияние на его показатели качества. Оценивая производственный процесс с точки зрения изменения качества, можно рассматривать его как некую совокупность причин изменчивости: колебания (в пределах нормы) в качестве сырья, качество работы персонала (человеческий фактор), непостоянство параметров работы оборудования, погрешность измерений (лаборантов, приборов). Эти причины и объясняют изменения в показателях качества готовых изделий, что приводит к разделению их на дефектные и бездефектные. Изделие считается бездефектным, если его показатели качества соответствуют определенному стандарту, в противном случае изделие классифицируется как дефектное. Более того, даже дефектные изделия отличаются друг от друга при сопоставлении со стандартом, т.е. нет «абсолютно одинаковых» изделий. Одной из причин выпуска дефектных изделий, как уже было сказано, служит изменчивость. Если попытаться ее уменьшить, их число, несомненно, сократится. Это - простой и здравый принцип, одинаково правильный вне зависимости от видов изделий или типов технологических процессов.

Существовавшие издавна методы контроля сводились, как правило, к анализу брака путем сплошной проверки изготовленных изделий. При массовом производстве такой контроль очень дорог. Расчеты показывают, что для обеспечения качества продукции посредством ее разбраковки контрольный аппарат предприятий должен в пять-шесть раз превышать количество производственных рабочих.

С другой стороны, сплошной контроль в массовом производстве не гарантирует отсутствия дефектных изделий в принятой продукции. Опыт показывает, что контролер быстро устает, в результате чего часть годной продукции принимает за дефектную и наоборот. Практика также показывает - там, где увлекаются сплошным контролем, резко возрастают убытки от брака.

Указанные причины поставили производство перед необходимостью перехода к выборочному контролю. Распространению выборочного контроля способствовали исследования специалистов в области теории вероятностей и математической статистики, которые показали, что в большинстве случаев для надежной оценки качества нет необходимости в проверке всей выпускаемой продукции.

Эти исследования (в первую очередь американских статистиков Доджа, Ромига и Шухарта) позволили подойти к организации технического контроля на новой научной и методической основе. Однако следует иметь в виду, что переход к выборочному контролю эффективен только тогда, когда технологические процессы, будучи в налаженном состоянии, обладают такой точностью и стабильностью, при которых автоматически гарантируется изготовление продукции с минимальным числом дефектов.

Почему же выборочный контроль должен быть статистическим? Рассмотрим два характерных примера.

Сегодня текущий контроль состояния технологического процесса осуществляется следующим образом. Из текущей продукции в случайные моменты времени отбирается на контроль одна единица продукции, по которой судят о состоянии технологического процесса: ес-

ли она оказывается годной, процесс считается налаженным, в противном случае принимается решение о необходимости приостановки изготовления продукции и о корректировке процесса.

Какова эффективность подобных действий? Сформулированная процедура контроля состояния технологического процесса исходит из традиционной логики: процесс налажен - брака нет, процесс разлажен - вся изготовленная продукция будет дефектной.

В производстве действуют иные закономерности, которые называют стохастическими или случайными. При разладке процесса доля производимого брака лишь несколько увеличивается: до 1, 2, 10 % и крайне редко до 100 % - это зависит от конкретной технологии и конкретной причины разладки. Представим, что в результате разладки технологического процесса доля производимого брака возросла до 5 %. Это означает, что в среднем каждая двадцатая изготавливаемая единица продукции окажется дефектной. Какова же вероятность извлечь именно эту, одну среди двадцати, дефектную единицу и принять правильное решение? Ответ может быть таким, что вероятность обнаружения нарушения процесса равна вероятности изготовления дефектной единицы продукции при разлаженном процессе, в нашем случае - 5 %.

Современная практика организации текущего контроля состояния технологического процесса принципиально не может решать проблему предупреждения брака. Не спасает и то, когда на проверку отбирают, не одну, а две или три единицы. При статистическом контроле качества те же самые результаты, обработанные методами математической статистики, позволяют с высокой степенью достоверности оценить истинное состояние технологического процесса. Статистические методы позволяют обоснованно обнаруживать разладку процесса даже тогда, когда две-три единицы продукции, отобранные для контроля, окажутся годными, так как обладают высокой чувствительностью к изменениям в состоянии технологических процессов.

Годами упорного труда специалисты выделяли из мирового опыта по крупицам такие приемы и подходы, которые можно понять и эффективно использовать без специальной подготовки, причем делалось это так, чтобы обеспечить реальные достижения при решении подавляющего большинства проблем, возникающих в реальном производстве (или обслуживании).

В итоге была выработана система практических методов, рассчитанных на массовое применение. Это так называемые семь простых методов: контрольные листки; диаграмма Парето; диаграмма Исикавы; гистограммы; контрольные карты (Шухарта); диаграмм разброса (рассеяния); расслаивание (стратификация).

Иногда эти методы перечисляют в ином порядке, что не принципиально, поскольку предполагается их рассмотрение и как отдельных инструментов, и как системы методов, в которой в каждом конкретном случае предполагается специально определить состав и структуру рабочего набора инструментов.

Статистические методы управления качеством - это философия, политика, система, методология, а также технические средства управления качеством на основе результатов измерений, анализа, испытаний, контроля, данных эксплуатации, экспертных оценок и любой другой информации, позволяющей принимать достоверные, обоснованные, доказательные решения.

Применение статистических методов - весьма действенный путь разработки новой технологии и контроля качества производственных процессов. Многие ведущие фирмы стремятся к их активному использованию, и некоторые из них тратят более ста часов ежегодно на обучение этим методам, осуществляемое в рамках самой фирмы. Хотя знание статистических методов - часть нормального образования инженера, само знание еще не означает умения применить его. Способность рассматривать события с точки зрения статистики важнее, чем знание самих методов. Кроме того, надо уметь честно признавать недостатки и возникшие изменения и собирать объективную информацию.

Семь простых методов контроля позволяет решать 95 % проблем, возникающих на производстве.

Контрольные вопросы (для устного или письменного опроса на лабораторных занятиях):

- 1 Что понимается под качеством продукции?

- 2 Каковы причины изменчивости (вариабельности) показателей качества?
- 3 Классификация изделий на дефектные и годные.
- 4 Причины дефектов изделий пищевой промышленности.
- 5 Причины перехода к выборочному контролю.
- 6 В каком случае возможен выборочный контроль?
- 7 Почему выборочный контроль должен быть статистическим?
- 8 Закономерности производственных процессов, учитываемые при проведении выборочного контроля.
- 9 Что понимается под статистическими методами контроля?
- 10 Почему статистические методы контроля и управления, применяемые на производстве должны быть простыми?
- 11 Причины широкого применения простых статистических методов контроля и управления качеством.

Тема № 1 Использование контрольных листов

Цель работы: закрепление знаний о причинах изменчивости (вариабельности) продукции, развитие навыков по сбору и анализу данных о качестве продукции.

1 Сбор и способы регистрации данных

Если предполагается, что отклонения в продукции связаны с условиями изготовления и зависят от условий измерений, то решением проблемы на первом этапе может служить рассмотрение измеренных показателей отдельно - по машинам и оборудованию, по каждому рабочему или оператору, по исходному сырью, по измерительному устройству. Для этого надо разработать процедуру сбора и регистрации данных.

1.1 Постановка задачи и выбор метода сбора данных

Руководством к действиям служат данные, по которым узнают о фактах и принимают соответствующие меры. Прежде чем начать собирать данные следует решить, что с ними делать.

Цели сбора данных в процессе контроля качества состоят в следующем:

- контроль и регулирование производственного процесса;
- анализ отклонений от установленных требований;
- контроль продукции.

Любые собираемые данные имеют свое назначение, и после того, как информация собрана, нужно с нею работать.

Когда цель сбора данных установлена, она становится основой для определения характера сравнений, которые надлежит произвести, и типа данных, которые нужно собрать. Пусть, например, возник вопрос о вариации значения показателя качества изделия. Если производить только один замер в день, то нельзя судить о вариациях в течение дня, или, если вы хотите понять, каким образом два разных работника допускают дефекты, то надо брать отдельные выборки, чтобы можно было сравнить работу каждого из них. Если сравнение выявляет явные различия, то меры по их устранению также будут способствовать уменьшению вариабельности процесса.

Подобное разделение группы данных на несколько подгрупп по определенному признаку называется расщеплением, или стратификацией. Это чрезвычайно важно, и применение стратификации во всех случаях должно стать привычкой.

Допустим, необходимо узнать, существует ли зависимость влажности продукта от времени его тепловой обработки. В этом случае данные следует собирать парами. Когда есть парные данные, их можно проанализировать с помощью диаграмм рассеивания.

При сборе и анализе данных следует помнить, что даже если выборки взяты правильно, можно прийти к неверному суждению при ненадежных результатах измерения. Например, данные одного из контролеров показали, что доля дефектов у него значительно превышает результаты других контролеров. Последующая тщательная проверка выявила, что этот контролер пользовался неисправным мерительным инструментом. В случае органолептического контроля, например при осмотре, подобные расхождения в результатах отдельных контролеров - весьма обычное дело, и этот факт следует учитывать при сборе и анализе данных.

Когда данные собраны, для их анализа используются различные статистические методы, предназначенные для превращения данных в источник информации. Важно в процессе сбора тщательно упорядочить данные, чтобы облегчить их последующую обработку.

2 Практические рекомендации

2.1 Требуется четко зарегистрировать (идентифицировать) источник данных (без такой регистрации данные окажутся «мертвыми»). Весьма часто, несмотря на то, что была потрачена целая неделя на сбор данных о показателях качества, из них можно извлечь мало полезной информации, поскольку не зафиксированы день недели, когда собирались данные, оборудование, на котором производилась обработка, рабочий, делавший операцию, партия используемого сырья и т.д.

2.2 Важен тщательный подбор подходящего метода измерения.

2.3 Надо сформулировать список всех важных характеристик, подлежащих измерению.

2.4 Разработать простую форму для сбора данных. Данные надо регистрировать таким образом, чтобы их было легко использовать. Поскольку данные часто применяются для вычисления статистических характеристик (средние значения и размах), то лучше их записывать так, чтобы облегчить эти вычисления. Например, данные измерений ста образцов, проводимые четыре раза в день (в 9.00; 11.00; 14.00; 16.00) в течение 25 дней, удобно регистрировать в форме, показанной в табл. 1, где по вертикали фиксируется время измерения, по горизонтали - дата. В этом случае ежедневные подсчеты можно производить по строкам, подсчеты для соответствующих часов - по столбцам.

Таблица 1 - Пример формы регистрации данных

Дата	Время измерения, ч			
01.05.07.	9:00	11:00	14:00	16:00
02.05.07.	12,3	11,5	13,2	14,2
03.05.07.	13,2	12,5	14,0	14,0
04.05.07				

Обычно показатели бывают двух типов: количественные (непрерывные и дискретные) и качественные. Рекомендуется использовать количественные данные.

Если данные требуется собирать постоянно, то надо заранее разработать стандартные формы их регистрации.

3 Контрольные листки

Как уже было сказано, прежде чем начать собирать данные, следует определить четкую цель, и, кроме того, надо собирать те данные, которые отражают факты. В реальных ситуациях важно, чтобы данные регистрировались в простой и доступной для использования форме. Одной из таких форм является контрольный листок - бумажный бланк, на котором заранее напечатаны контролируемые параметры, с тем чтобы можно было легко и точно записать данные измерений. Его главное назначение двояко:

1 Облегчить процесс сбора данных;

2 Автоматически упорядочить данные для облегчения их дальнейшего использования.

На первый взгляд процесс сбора и регистрации данных достаточно прост, но на самом деле осуществить его довольно сложно. Обычно чем больше людей собирают данные, тем больше вероятность появления ошибок в процессе записи. Поэтому контрольный листок, на который можно заносить данные с помощью пометок или простых символов и который позволяет автоматически упорядочить данные без их последующего переписывания от руки, - это хорошее средство регистрации данных. Далее приводятся примеры некоторых типов контрольных листков.

3.1 Контрольный листок для регистрации распределения измеряемого параметра в ходе производственного процесса

Допустим, что нам важно выявить изменения в размерах некоторого изделия, формовка которого производится автоматически на оборудовании, причем размер, указанный в стан-

дате, - $8,300 \pm 0,008$ мм. Для получения распределения значений этого показателя в ходе процесса обычно используются гистограммы. На основе гистограммы вычисляют среднее значение и дисперсию, а также исследуют форму кривой распределения. Чтобы построить гистограмму, надо затратить немало труда на сбор большого числа данных и на представление частотного распределения в графической форме. Проще классифицировать данные в момент сбора.

На рисунке 1 показан бланк, который можно заранее заготовить для этой цели. Каждый раз, когда производится замер, в соответствующую клеточку ставится крестик, так что к концу измерений гистограмма готова. Если нужно произвести расслаивание с использованием одного контрольного листка, лучше для пометок брать карандаши разного цвета, чтобы разница проявлялась наглядно.

Контрольный листок для регистрации распределения измеряемого параметра
в ходе производства

Наименование изделия _____
 Производственный участок _____
 Сырье _____
 Контролируемый параметр _____
 Норма по стандарту _____
 Производственный регламент _____
 Фамилия контролера _____
 Дата _____

	Отк- ло- нение	Замеры																		Ча- сто- та	
		5				10				15				20							
	-10																				
	-9																				
*	-8																				
	-7																				
	-6																				
	-5	X																		1	
	-4	X	X																	2	
	-3	X	X	X	X															4	
	-2	X	X	X	X	X	X													6	
	-1	X	X	X	X	X	X	X	X	X										9	
8,300	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								11	
	+1	X	X	X	X	X	X	X	X											8	
	+2	X	X	X	X	X	X	X												7	
	+3	X	X	X																3	
	+4	X	X																	2	
	+5	X																		1	
	+6	X																		1	
	+7																				
*	+8																				
	+9																				
	+10																				
Итого																					55

* - граница поля допуска (по стандарту)

Рисунок 1 – Пример контрольного листка

3.2 Контрольный листок для регистрации видов дефектов

На рисунке 2 показан контрольный листок, используемый в процессе входного контроля партий молочного сырья, поступающего на молочный завод от разных производителей. Всякий раз, когда контролер обнаруживает дефект, он делает в нем пометку. В конце рабочего дня он может быстро подсчитать число и разновидности встретившихся дефектов (брака).

Знание только числа дефектов не позволяет принять решение о корректирующих мерах. Применение же подобного контрольного листка может дать важную информацию для совершенствования процесса, поскольку он показывает, какие виды дефектов встречаются часто, а какие - нет.

Используя подобный контрольный листок, нельзя потом произвести расслаивание данных, разбив их, например, на утреннюю и вечернюю смены, как это было возможно в случае с листком, представленным на рисунке 1. Поэтому если расслаивание необходимо, то при разработке бланка это нужно предусмотреть заранее.

Контрольный листок видов дефектов		
Наименование поставщика _____		
Наименование сырья _____		
Производственный участок _____		
Номер партии _____		
Фамилия контролера _____		
Дата _____		
Тип дефекта (брака)	Результата контроля	Итоги по типам дефектов (брака)
Повышенная бактериальная обсемененность	### ## ## //	17
Повышенная кислотность	### ## /	11
Повышенная загрязненность	### ## ##	15
Наличие аномального (от коров, больных маститом) молока	###	5
Наличие посторонней жидкости в молоке	### /	6
Пониженная плотность молока	### ##	10
Прочие	///	3
Итого	### ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ### ## ## ## ///	64
Общее число забракованных партий	### ## ## ## ## ## ## ///	33

Рисунок 2 – Пример контрольного листка

Надо также продумать, как регистрировать данные в том случае, если в изделии содержатся два дефекта, и следует дать инструкции людям, которые маркируют изделия. В случае, представленном на рисунке 2, забракованными оказались 33 изделия из 1525, но общее число обнаруженных дефектов - 64, поскольку в некоторых изделиях содержалось по два или более дефектов.

3.3 Контрольный листок локализации дефектов

Во многих видах продукции технического назначения обнаруживаются внешние дефекты или дефекты, выявляемые специальными методами (например, ультразвуковой дефектоскопией такие, как царапины или грязь), и на многих предприятиях принимаются различные меры для их устранения. Большую роль в решении этой проблемы играют контрольные листки локализации дефектов. В листках такого рода есть эскизы или схемы, на которых делаются пометки, показывающие местонахождение дефектов.

На рисунке 3 показан такой листок, используемый на машиностроительном заводе для входного контроля отливок. Поставщик имел возможность и раньше принимать решения о

приемке или браковке партий по числу обнаруженных дефектов - таких как раковины в отливках, но качество отливок при этом не улучшалось. После того как были введены листки локализации дефектов, на которых фиксировалось возможное месторасположение раковин, качество отливок резко улучшилось, поскольку облегчился поиск причин дефектов.

Такого типа контрольные листки нужны для диагноза процесса, поскольку причины дефектов часто можно найти, исследуя места их возникновения и наблюдая процесс в поисках объяснений, почему дефекты концентрируются именно в этих местах.



Рисунок 3 – Пример контрольного листка

3.4 Контрольный листок причин дефектов

Листок локализации дефектов, описанный в предыдущем примере, используется для привлечения внимания к местам возникновения дефектов. Кроме того, контрольные листки применяются иногда для дальнейшей стратификации с целью определения причин дефектов. Вообще говоря, большинство исследований, нацеленных на поиск причин дефектов, предполагают сравнение данных о причинах с соответствующими данными о последствиях дефектов, сопоставляя их в строго установленном порядке для последующего анализа путем стратификации или с использованием диаграмм рассеивания. Но если случай достаточно простой, то можно фиксировать требуемые данные прямо в контрольном листке.

Например, на рисунке 4 представлен контрольный листок для регистрации дефектов пельменей, изготавливаемых на двух производственных линиях, с учетом оборудования, рабочих, дней изготовления и типов дефектов. Производился выборочный контроль, у каждого рабочего было исследовано по 30 штук пельменей, изготовленных до и после обеда на наличие нескольких видов дефектов.

С первого взгляда видно, что у рабочего С в выборках много пельменей с отклонениями в массе. Кроме того, все рабочие допустили много дефектов в среду. Каждый рабочий по своему объяснял и указывал причины дефектов. Исследование же причин дефектов показало, что рабочий С недостаточно часто контролировал массу пельменей, причиной дефектов, допущенных в среду, послужило плохое качество исходного сырья - муки.

1 Несмотря на мнение рабочих (персонала), производящих продукцию или обслуживающих оборудование, факты любых отклонений показателей, как самой продукции, так и производственных процессов следует проверить с помощью данных.

Контрольный листок причин дефектов

Наименование изделия и номер партии _____
 Производственная операция _____
 Объем выборки _____
 Фамилия контролера _____
 Дата _____

Оборудование	Рабочий	Понедельник		Вторник		Среда		Четверг		Пятница		Суббота	
		До обеда	После обеда	До обеда	После обеда	До обеда	После обеда	До обеда	После обеда	До обеда	После обеда	До обеда	После обеда
Линия 1	А	 ○ +		 ○	 ○	 х х ● Δ Δ Δ	 х ● ● Δ	 ○	 ○○ х	 х	 Δ Δ	 ○ +	 х
	В	 х	 ○○ ● Δ	 х		 ○○ х х ● Δ	 ○ х х ● ● ● Δ		 ○○	 ○○ х		 ○	 х
Линия 2	С	 ○○ х	 ○○○ ○○	 ○○	○○ х	 ○ х ● ● Δ	 ○○○ х х ● ● ● Δ Δ	○○○ ○○	 ○○○	 ○○○	 ○○○ х	 ○○ + ● Δ	 ○○ ●
	Д	○ ●	 +		 ○	 ○ х ● ● ● ● Δ Δ	 х ● ● ● Δ	 ○ х		 х	 ○ ●	 ○ Δ	 ○

○ – отклонения в массе; ● – нарушение формы; | – разрыв теста;
 Δ – неслипшиеся края; х – наличие загрязнений; + – прочие.

Рисунок 4 – Пример контрольного листка

Данные нужно собрать таким образом, чтобы выявить, какие типы дефектов преобладают и что вызывает их появление. Помня об этом, проблему следует решать в такой последовательности:

2 Распределить дефекты по видам и определить, какой из них представляет наибольшую трудность.

3 Составить список возможных причин дефектов (например, сырье, заготовки, станки, инструмент, рабочие, метод измерения и т.д.).

4 Сгруппировать данные таким образом, чтобы выделить по отдельности последствия каждого вида дефекта. Так как в этом примере двое рабочих и два станка, данные должны быть сгруппированы, по крайней мере, по этим двум потенциальным причинам.

5 Если данные нельзя четко группировать по причинам, приходится делать записи. Это надлежит сделать, например, в случае, если сырье или метод производства подверглись изменениям.

6 Данные надо проанализировать с помощью диаграммы Парето, контрольных листов, диаграмм рассеивания и т.д.

7 Когда причина возникновения дефекта очевидна, следует разработать меры по ее устранению и внимательно проследить за последующими результатами.

С той же целью можно использовать контрольные листки в виде диаграмм причин и результатов. По этой диаграмме можно определить, устранению каких причин важно отдавать предпочтение.

Все описанные примеры контрольных листков не являются установленными формами сбора и регистрации данных о качестве, на предприятиях могут быть разработаны иные формы бланков, удобных для применения на конкретном производстве.

Контрольные вопросы:

- 1 Цели сбора данных о качестве.
- 2 Что понимается под стратификацией?
- 3 Практические рекомендации при сборе данных.
- 4 Что представляет собой контрольный листок?
- 5 Примеры контрольных листков.
- 6 Назначение контрольных листков в зависимости от цели сбора информации.
- 7 Способы построения контрольных листков.
- 8 Результаты использования контрольных листков применительно к производственным процессам и применительно к изготавливаемой продукции.

План работы

- 1 Определить номер индивидуального задания по номеру фамилии студента группы в списке, расположенном в алфавитном порядке
- 2 По заданию определить форму контрольного листка для регистрации данных о качестве продукции;
- 3 Определить необходимые информационные данные для контрольного листка;
- 4 Построить контрольный листок, нанести на него все необходимые данные;
- 5 Сделать вывод о качестве продукции.

Задания для индивидуального выполнения

Номер задания соответствует номеру фамилии студента в списке группы в алфавитном порядке.

- 1 ГОСТ 31452-2012 Сметана. Технические условия. Сметана классическая, массовая доля белка, % - не менее 2,6;
- 2 ГОСТ 31452-2012 Сметана. Технические условия. Сметана жирная, кислотность, °Т - от 60 до 100;
- 3 ГОСТ 31452-2012 Сметана. Технические условия. Сметана нежирная, массовая доля жира, % - $10 \pm 0,2$;
- 4 ГОСТ 31457-2012 Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия. Мороженое молочное нежирное, массовая доля молочного жира, %, не менее 1,5;
- 5 ГОСТ 31457-2012 Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия. Мороженое сливочное классическое, массовая доля сахарозы, %, не менее 14;
- 6 ГОСТ 31457-2012 Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия. Мороженое пломбир классический, массовая доля сухих веществ, %, не менее 37;
- 7 ГОСТ 31457-2012 Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия. Мороженое пломбир жирный с фруктовым наполнителем, кислотность, °Т, не более 50;
- 8 ГОСТ 31690-2013 Сыры плавленые Общие технические условия. Сыры ломтевые копченые, массовая доля жира в сухом веществе, % - до 54, 0 включ.;
- 9 ГОСТ 31690-2013 Сыры плавленые Общие технические условия. Сыры сухие, массовая доля влаги, % - от 3,0 до 7, 0 включ.;
- 10 ГОСТ 31690-2013 Сыры плавленые Общие технические условия. Сыры пастообразные пастеризованные, массовая доля поваренной соли, % - от 2,0 до 4, 0 включ.;

- 11 ГОСТ 31690-2013 Сыры плавленые Общие технические условия. Сыры пастообразные стерилизованные сладкие, массовая доля сахарозы, % - до 30,0 включ.;
- 12 ГОСТ 32951-2014 Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Общие технические условия. Полуфабрикат из свинины бескостный мелкокусковой «Шашлык экстра», масса по рецептуре лука репчатого свежего, кг/100 кг - не более 6,5;
- 13 ГОСТ 32951-2014 Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Общие технические условия. Полуфабрикат из свинины бескостный крупнокусковой «Бекон для запекания», масса по рецептуре перца черного молотого, кг/100 кг - не более 0,1;
- 14 ГОСТ 32951-2014 Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Общие технические условия. Полуфабрикат рубленый «Котлеты деревенские», масса по рецептуре хлеба пшеничного, кг/100 кг - не более 13;
- 15 ГОСТ 32951-2014 Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Общие технические условия. Полуфабрикат рубленого «Голубцы сельские», масса по рецептуре капусты белокачанной, кг/100 кг - не более 35;
- 16 ГОСТ 7445-2004 Рыба осетровая горячего копчения. Технические условия. Севрюга потрошенная обезглавленная, масса, кг - не менее 1,8;
- 17 ГОСТ 7445-2004 Рыба осетровая горячего копчения. Технические условия. Белуга - кусок-боковник, размеры, длина, см - от 30 до 40;
- 18 ГОСТ 7445-2004 Рыба осетровая горячего копчения. Технические условия. Осетр филе-кусок, массовая доля поваренной соли, % - от 1,5 до 3,0;
- 19 ГОСТ Р 52196-2011 Изделия колбасные вареные. Технические условия. Колбаса вареная высшего сорта «Докторская», массовая доля влаги, % - не более 65;
- 20 ГОСТ Р 52196-2011 Изделия колбасные вареные. Технические условия. Колбаса вареная высшего сорта «Любительская», массовая доля хлористого натрия, % - не более 2,4;
- 21 ГОСТ Р 52196-2011 Изделия колбасные вареные. Технические условия. Колбаса вареная первого сорта «Молочная», массовая доля нитрита натрия, % - не более 0,005;
- 22 ГОСТ Р 52196-2011 Изделия колбасные вареные. Технические условия. Колбаса вареная второго сорта «Чайной», массовая доля крахмала, % - не более 2;
- 23 ГОСТ Р 52196-2011 Изделия колбасные вареные. Технические условия. Сосиски вареные первого сорта «Молочные», массовая доля жира, % - не более 28;
- 24 ГОСТ 31688-2012 Консервы молочные, молоко и сливки сгущенные с сахаром. Технические условия. Молоко обезжиренное сгущенное с сахаром, массовая доля влаги, % - не более 30;
- 25 ГОСТ 31688-2012 Консервы молочные, молоко и сливки сгущенные с сахаром. Технические условия. Молоко цельное сгущенное с сахаром, массовая доля сахарозы, % - от 43,5 до 45,5;
- 26 ГОСТ 31688-2012 Консервы молочные, молоко и сливки сгущенные с сахаром. Технические условия. Молоко цельное сгущенное с сахаром, массовая доля жира, % - не менее 8,5;
- 27 ГОСТ 31688-2012 Консервы молочные, молоко и сливки сгущенные с сахаром. Технические условия. Сливки сгущенные с сахаром, кислотность, °T - не более 40;
- 28 ГОСТ 31688-2012 Консервы молочные, молоко и сливки сгущенные с сахаром. Технические условия. Молоко цельное сгущенное с сахаром, вязкость, Па · с - от 3 до 15 включ.;
- 29 ГОСТ 31654-2012 Яйца куриные пищевые. Технические условия. Масса одного яйца высшей категории, г - 75 и выше;
- 30 ГОСТ 32261-2013 Масло сливочное. Технические условия. Масло коровье традиционное сладко-сливочное несоленое, массовая доля жира, % - не менее 82,5;
- 31 ГОСТ 32261-2013 Масло сливочное. Технические условия. Масло коровье любительское сладко-сливочное несоленое, массовая доля влаги, % - не более 18,0.

План самостоятельной работы

- 1 На контрольном листке, сделанном на лабораторных занятиях, продолжить распределение за пределы границ допуска;
- 2 Подсчитать количество бракованных изделий и вычислить % брака;
- 3 Определить возможные причины несоответствий и предложить корректирующие мероприятия.

Тема № 2

Диаграмма Парето

Цель работы: закрепление знаний о причинах дефектности продукции, развитие навыков по классификации причин дефектности.

Обычная человеческая память не в состоянии обработать одновременно большие множества чисел. Поэтому массивы данных трудно анализировать, пока они не представлены в какой-нибудь наглядной и понятной форме.

Причины изменений качества бесчисленны и их воздействие различно. Некоторые из них сильно влияют на изменение качества, в то время как другие, теоретически считающиеся важными, на самом деле не оказывают существенного воздействия, если должным образом контролируются.

В 1897 г. итальянский экономист В. Парето изобрел формулу, показывающую, что блага распределяются неравномерно. Эта же теория была проиллюстрирована на диаграмме американским экономистом М. С. Лоренцем в 1907 г. Оба ученых показали, что в большинстве случаев наибольшая доля доходов или благ принадлежит небольшому числу людей. Доктор Д. М. Джуран применил диаграмму и формулу М.Лоренца в сфере контроля качества для классификации проблем качества на немногочисленные существенно важные и многочисленные несущественные и назвал этот метод анализом Парето. Он указал, что в большинстве случаев подавляющее число дефектов и связанных с ними потерь возникает из-за относительно небольшого числа причин.

1 Анализ Парето

Проблемы качества оборачиваются часто большими потерями (дефектные изделия и затраты, связанные с их производством). Чрезвычайно важно прояснить картину распределения потерь. Такого рода проблема успешно решается с помощью диаграммы Парето.

Все бесчисленные возможные причины делятся на две группы. К первой относится небольшое число причин, которые оказывают существенное воздействие (их именуют «немногочисленные существенно важные»). Вторую группу составляет большое число причин, оказывающих, тем не менее, незначительное воздействие (их называют «многочисленные несущественные»). Обычно факторов, вызывающих дефекты, не так уж много. Этот принцип применим во многих случаях.

Используя указанный выше принцип разделения причин на две группы, можно значительно проще решить проблему сокращения числа дефектных изделий. В первую очередь следует найти существенно важные причины, вызывающие появление большей части дефектных изделий, и после того, как они будут четко выявлены, устранить их.

В любом процессе есть много причин, воздействующих на изменение качества, и вовсе не в одном конкретном процессе сосредоточено чрезвычайно большое число таких причин. Кроме того, существует большая разница между «мнимыми» причинами, якобы вызывающими дефекты, и реальными «виновниками» - причинами, действительно ведущими к выпуску дефектной продукции.

Процедура поиска причин появления дефектных изделий среди многочисленных факторов может быть названа диагностикой процесса. Чтобы сократить число недоброкачественных изделий, нужно в первую очередь поставить правильный «диагноз» - найти истинные причины дефектов.

Для представления данных используются многочисленные приемы: графики, карты, гистограммы, столбиковые диаграммы и диаграммы Парето.

2 Общие правила построения диаграммы Парето

2.1 Алгоритм определения данных для построения диаграммы Парето следующий:

2.1.1 Определение объекта исследования

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

2.1.2 Выбор способа классификации данных

Например: по видам дефектов, по месту их появления, по процессам, по станкам, по рабочим, по технологическим причинам.

Примечание. Целесообразно суммировать остальные нечасто встречающиеся признаки под общим заголовком «прочие».

2.1.3 Установление способа и периода сбора данных

Примечание. Целесообразно использовать специальный бланк (контрольный листок).

2.1.4 Разработка контрольного листка для регистрации данных

Примечание. В нем надо предусмотреть перечень видов собираемой информации и место для графической регистрации данных проверок (табл. 2).

2.1.5 Заполнение листка регистрации данных и подведение итогов

2.1.6 Разработка бланка-таблицы данных для построения диаграммы Парето

Примечание. Таблица должна содержать графы для итогов по каждому проверяемому признаку в отдельности, накопленной суммы числа дефектов, процентов к общему итогу и накопленных процентов.

2.1.7 Ранжирование данных

Примечание 1. Прежде чем заполнить таблицу расположите данные в порядке значимости по каждому проверяемому признаку.

Примечание 2. Группу «прочие» следует поместить в последнюю строку вне зависимости 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. В общем итоге группа «прочие» не может составлять более 10 % от общего числа несоответствий.

2.2 Построение диаграммы

2.2.1 Начертите одну горизонтальную и две вертикальные оси

– Вертикальные оси:

а) левая ось - нанесите на эту ось шкалу с интервалами от 0 до числа, соответствующего общему итогу;

б) правая ось. Нанесите на эту ось шкалу с интервалами от 0 до 100 %.

– Горизонтальная ось:

Разделите эту ось на интервалы в соответствии с числом контролируемых признаков, включая группу «прочие».

2.2.2 Постройте столбиковую диаграмму

2.2.3 Начертите кумулятивную кривую (кривую Парето)

Для этого на вертикалях, соответствующих правым концам каждого интервала на горизонтальной оси, нанесите точки накопленных сумм (результатов или процентов) и соедините их между собой отрезками прямых.

2.2.4 Нанесите на диаграмму все обозначения и надписи:

– надписи, касающиеся диаграммы: название, разметка числовых значений на осях, наименование контролируемого изделия, имя составителя диаграммы);

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

3 Виды диаграмм Парето

Как уже было сказано, построение диаграмм Парето - метод определения немногочисленных существенно важных факторов. Различают два вида таких диаграмм.

3.1 Диаграмма Парето по результатам деятельности

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

– в области качества: дефекты, поломки, ошибки, отказы, рекламации, ремонты, возвраты продукции;

– при расчете себестоимости: объем потерь, затраты;

– при установлении сроков поставок: нехватка запасов, ошибки в составлении счетов, срыв сроков поставок;

- в области безопасности: несчастные случаи, трагические ошибки, аварии.

3.2 Диаграмма Парето по причинам

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

- рабочий: смена, бригада, возраст, опыт работы, квалификация, индивидуальные характеристики;
- оборудование: станки, агрегаты, инструменты, оснастка, организация использования, модели, штампы;
- сырье: изготовитель, вид сырья, завод - поставщик, партия;
- метод работы: условия производства, заказы-наряды, приемы работы, последовательность операций.

4 Советы по построению диаграмм Парето

4.1 Воспользуйтесь разными принципами классификациями и составьте много диаграмм Парето.

Суть проблемы можно уловить, наблюдая явление с разных точек зрения, поэтому важно опробовать различные пути классификации данных, пока не выявятся немногочисленные существенно важные факторы, что и служит целью анализа Парето.

4.2 Нежелательно, чтобы группа «прочие» факторы составляла большой процент.

Если такое происходит, значит, неправильно проведена классификация объектов исследования и их слишком много попало в одну группу. В этом случае надо использовать другой принцип классификации.

4.3 Если данные можно представить в денежном выражении, лучше всего показать это на вертикальных осях диаграммы Парето.

Если нельзя оценить существующую проблему в денежном выражении, само исследование может оказаться неэффективным. Затраты - важный критерий оценки качества организации и управления.

5 Советы по использованию диаграмм Парето

5.1 Если нежелательный фактор можно устранить с помощью простого решения, это надо сделать незамедлительно, независимо от того, каким бы незначительным он ни был.

Поскольку диаграмма Парето расценивается как эффективное средство решения проблем, значит, следует рассматривать только немногочисленные существенно важные причины. Однако, если относительно неважная причина устраняется простым путем, это послужит примером эффективного решения проблемы, а приобретенный опыт, информация и моральное удовлетворение окажут большое воздействие на дальнейшую процедуру решения проблем.

5.2 Не упускайте возможности составить диаграмму Парето по причинам.

После выявления проблемы путем составления диаграммы Парето по результатам, важно определить причины возникновения проблемы, чтобы решить ее. Поэтому если мы хотим улучшений, важно составить диаграмму Парето по причинам.

Контрольные вопросы:

- 1 Какие явления социума лежат в основе анализа Парето?
- 2 Какой ученый является основателем диаграммы Парето?
- 3 В чем суть анализа Парето?
- 4 Объясните принцип классификации причин несоответствий на две группы: «немногочисленные существенно важные» и «многочисленные несущественные».
- 5 В чем заключается диагностика производственного процесса?
- 6 Алгоритм определения данных для построения диаграммы Парето.
- 7 Какой вид контрольного листка используется для сбора данных по анализу Парето?
- 8 Как располагаются выявленные причины несоответствий в таблице данных?
- 9 Какое место занимает группа «прочие»?
- 10 Как формируется и какую долю составляет группа «прочие»?
- 11 Этапы построения диаграммы Парето.

- 12 Как строится кумулятивная кривая?
- 13 Назначение кумулятивной кривой.
- 14 Виды диаграмм Парето.
- 15 Советы по построению и использованию диаграммы Парето.

План работы

Провести исследование причин дефектности молочного сырья, поступающего на молочный завод с помощью диаграммы Парето:

1 Используя исходные данные (табл. 1), собранные с помощью контрольного листка по причинам дефектности, провести ранжирование типов дефектов молока по важности и заполнить таблицу данных для построения диаграммы Парето (табл. 2). Типы дефектов расположить в порядке уменьшения значимости;

2 Построить диаграмму Парето (см. стр. 19);

3 С помощью кумулятивной кривой определить какой процент брака вызывают немногочисленные существенно важные причины;

4 Сделать вывод о качестве молока – сырья, поступающего на молочный завод от поставщиков.

5 Дать рекомендации для поставщиков по выявлению и устранению важнейших причин при планировании мероприятий по повышению качества продукции.

Таблица 1 - Контрольный листок по видам дефектов молока – сырья, поступающего на молочный завод

Типы дефектов	Группы данных	Итого
Наличие аномального (от коров, больных маститом) молока	### ###	
Повышенная кислотность	### ### ### ### ### ### ### //	
Повышенная загрязненность	### ### ### ###	
Повышенная бактериальная обсемененность	### ///	
Пониженная плотность молока	////	
Наличие посторонней воды в молоке	### /	
Прочие	### ### ///	
Итого		

Таблица 2 – Данные для построения диаграммы Парето

№	Типы дефектов	Частота	Накопленная сумма числа дефектов	% числа дефектов по каждому при- знаку в общей сумме	Накопленный % дефектов
Итого					

План самостоятельной работы

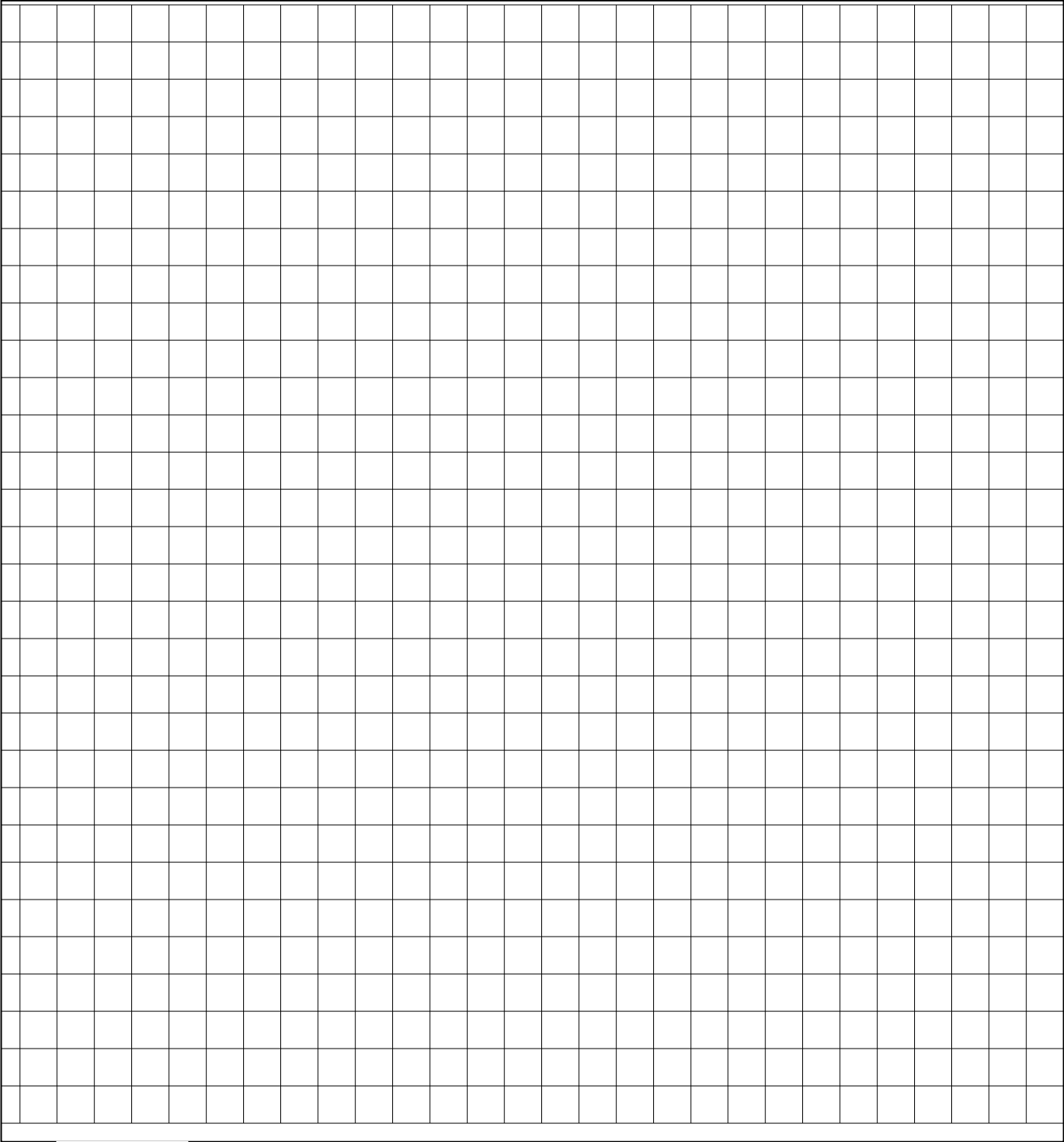
1 Для продукции, которая рассматривается в курсовом проекте студента, определить не более 10 дефектов;

2 Построить контрольный листок по видам дефектов, учесть информационные данные;

3 Провести анализ Парето, сделать выводы;

4 Дать предложения по устранению причин дефектов.

Лист для построения диаграммы Парето



Выводы:

Рекомендации:

Тема № 3

Диаграммы Исикавы

Цель работы: закрепление знаний, умений и навыков по определению причин и результатов влияния факторов на показатели качества с помощью диаграммы Исикавы

Общие положения

Диаграмма причина-результат (диаграмма Исикавы, т.н. «рыбий скелет») - это весьма уникальный и ценный инструмент, метод анализа разветвленности (детализации) процесса. Цель диаграммы - соотнести причины с результатами (следствиями).

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

В 1953 г. профессор Токийского университета Каору Исикава, обсуждая проблему качества на одном заводе, суммировал мнение инженеров в форме диаграммы причин и результатов. Считается, что тогда этот подход был применен впервые, но еще раньше сотрудники профессора Исикавы пользовались этим методом для упорядочения факторов в своей научно-исследовательской работе. Когда же диаграмму начали использовать на практике, она оказалась весьма полезной и скоро получила широкое распространение во многих компаниях Японии и была включена в японский промышленный стандарт (JIS) на терминологию в области контроля качества и определяется в нем следующим образом:

Диаграмма причин и результатов - диаграмма, которая показывает отношение между показателем качества и воздействующими на него факторами.

В настоящее время эта диаграмма используется во всем мире не только применительно к показателям качества продукции, но и в других областях.

Построить диаграмму причин и результатов - непростое дело. С полным правом можно заявить, что те, кто преуспели в решении проблем контроля качества, - это как раз те, кто освоил построение настоящих диаграмм. Существует много способов их построения, но в данной работе будут рассмотрены два наиболее типичных.

1 Структура диаграммы причин и результатов

Диаграмму причин и результатов иначе называют диаграммой «рыбий скелет», поскольку она напоминает скелет рыбы. Иногда ее также называют «деревом» или диаграммой «речных притоков». Конкретный пример диаграммы приведен на рисунке 1.

2 Метод построения диаграмм причин и результатов для определения причин

Этапы:

2.1 Определите показатель качества.

2.2 Выберите один показатель качества и напишите его в середине правого края чистого листа бумаги. Слева направо проведите прямую линию («хребет»), а записанный показатель заключите в прямоугольник. Далее напишите главные причины, которые влияют на показатель качества, заключите их в прямоугольники и соедините с «хребтом» стрелками «больших костей хребта».

2.3 Напишите причины (вторичные), влияющие на главные причины («большие кости»), и расположите их в виде «средних костей», примыкающих к «большим». Напишите причины третичного порядка, которые влияют на вторичные причины, и расположите их в виде «мелких костей», примыкающих к «средним».

2.4 Проранжируйте факторы по их значимости и выделите особо важные, которые предположительно оказывают наибольшее влияние на показатель качества.

2.5 Запишите всю необходимую информацию: название диаграммы, наименование изделия, процесса или группы процессов, имена участников процесса, дату и т.д.

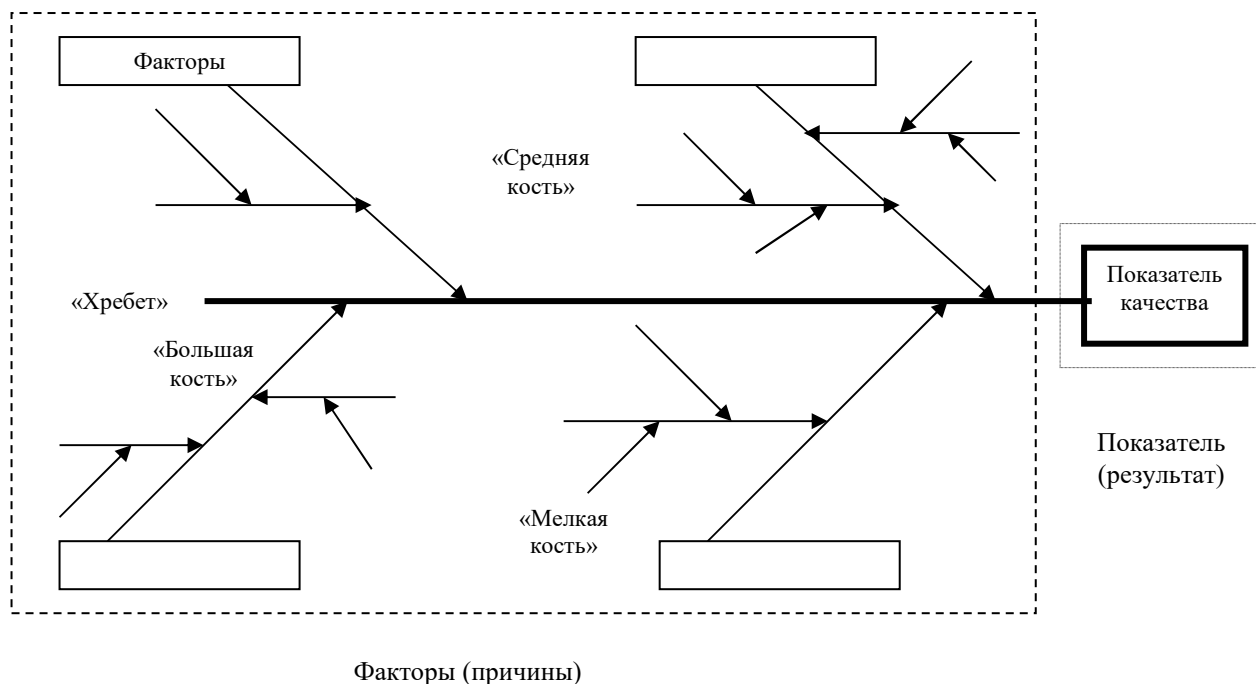


Рисунок 1 – Структура диаграммы Исикавы («рыбий скелет»)

Применяя эту процедуру на практике очень часто сталкиваются с трудностями. Наилучший способ в этом случае - рассмотреть проблему с точки зрения «изменчивости» показателей качества. Изменение результата может обуславливаться изменениями в факторах.

При построении диаграммы причин и результатов применительно к конкретному дефекту, можно обнаружить, что число дефектов, допускаемых в разные дни недели, различно. Если обнаружится, что дефекты более часто встречаются в понедельник, чем в другие дни недели, необходимо обратиться к рассмотрению факторов, которые отличают понедельник от других дней недели, что в результате приведет к обнаружению причины дефекта.

Прибегнув к такому способу рассуждения на каждой стадии исследования отношений между показателем качества и «большими костями», между «большими» и «средними», а также между последними и «мелкими костями», возможно логическим путем построить полезную диаграмму причин и результатов. Пример диаграммы Исикавы для определения причин представлен в приложении.

3 Процедура построения диаграммы причин и результатов для систематизации списка причин

3.1 Решите, какой показатель качества вы будете исследовать.

3.2 Отыщите как можно большее число причин, которые, возможно, влияют на этот показатель.

3.3 Рассмотрите отношения между причинами и постройте диаграмму, сочленив ее элементы на основе отношений причина - результат с показателем качества.

3.4 Установите важность каждого фактора и отметьте основные факторы, которые, на ваш взгляд, оказывают наибольшее воздействие на показатель качества.

3.5 Запишите всю необходимую информацию. Такой подход характеризуется сочетанием двух различных видов деятельности: поиск наибольшего возможного числа причин и их систематизация.

Для поиска причин проведите, в случае необходимости, активное обсуждение. Эффективным методом, применяемым в таком случае, будет «мозговой шторм», придуманный в США А.Ф. Осборном.

При построении диаграммы причин и результатов причины лучше систематизировать, рассматривая их в последовательности: от «мелких костей» к «средним» и от «средних» к «большим». Пример диаграммы Исикавы для систематизации списка причин представлен на рисунке 2.

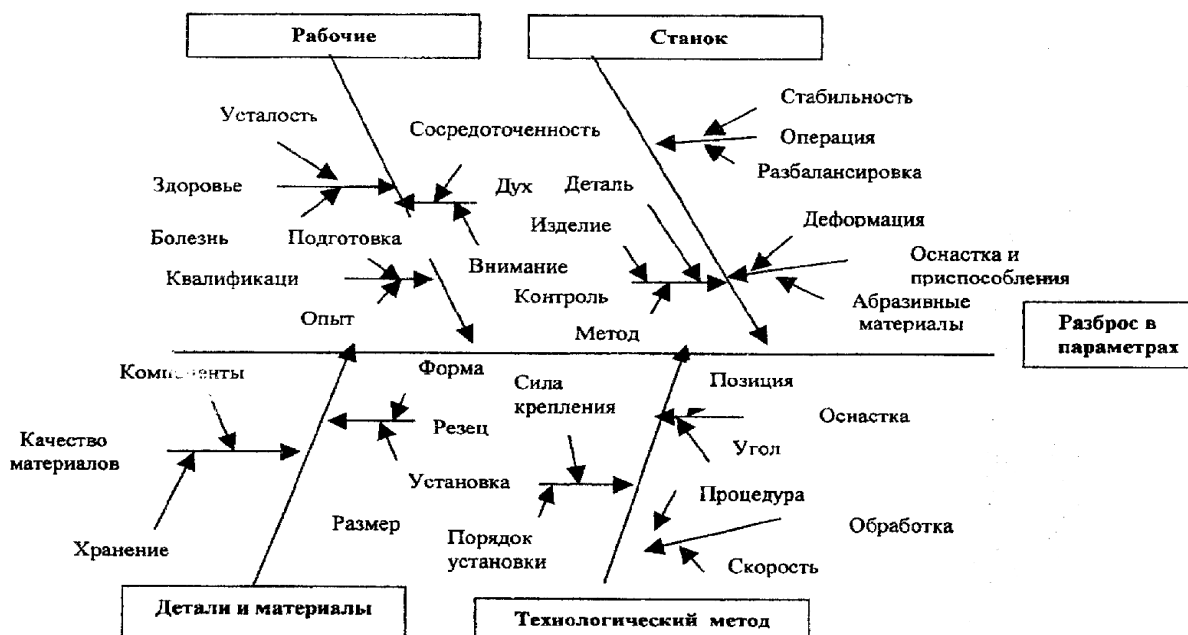


Рисунок 2 – Диаграмма Исикавы для анализа разброса в размерах

4 Советы по построению диаграмм

4.1 *Определите все факторы, имеющие отношение к рассматриваемой проблеме, путем наблюдения и опроса многих людей.*

Из всех факторов, указанных на диаграмме, надо выделить те, которые оказывают наибольшее воздействие на показатель качества. Если на первоначальной стадии еще до построения диаграммы из вашего поля зрения выпал какой-то фактор, он не появится на более поздней стадии. Поэтому чрезвычайно важно на стадии подготовки диаграммы привлечь к обсуждению как можно больше людей, чтобы диаграмма была полной и в ней ничего не было упущено.

4.2 *Сформулируйте показатель как можно точнее.*

Если показатель сформулирован абстрактно, то будет построена диаграмма, основанная на общих соображениях. И хотя она будет правильной с точки зрения отношений причина - результат, в ней будет мало проку при решении конкретных проблем.

4.3 *Постройте столько диаграмм причин и результатов, сколько показателей Вы хотите исследовать.*

Ошибки в весе и в размерах одного и того же изделия нужно анализировать с помощью разных диаграмм, так как их структуры в этом случае будут различными. Попытка все включить в одну диаграмму приведет к тому, что она окажется большой и сложной, практически бесполезной, что только затруднит процесс принятия решений.

4.4 *Выберите такие показатели качества и такие факторы, которые можно измерить (количественно).*

После составления диаграммы причин и результатов надо с помощью объективных данных оценить силу отношений причина - результат. Чтобы это стало возможным, и показатель качества, и факторы, на него влияющие, должны быть измеримыми. Если их невозможно измерить, надо попытаться найти показатели - заменители.

4.5 *Отыщите факторы, по которым надлежит принять меры.*

Если по обнаруженной причине нельзя предпринять никаких действий, проблема неразрешима. Чтобы процесс совершенствования стал эффективным, надо разбивать причины на подпричины до тех пор, пока по каждой из них можно предпринять действия, иначе сам процесс их выявления превратится в бессмысленное упражнение.

5 Советы по использованию диаграмм

5.1 *Установите важность каждой причины на основе объективных значений или данных.*

Анализ факторов с помощью собственного опыта или знаний важен, но устанавливать их важность только на основе субъективных представлений или впечатлений, опасно. Боль-

шинство проблем, которые разрешимы таким путем, вероятно, уже решены, а оставшиеся нерешенные проблемы решить так уже нельзя. Объективное установление важности факторов с помощью данных - более научный и логический подход.

5.2 Пытайтесь постоянно совершенствовать диаграмму причин и результатов, пока ею пользуетесь.

Использование диаграммы поможет обнаружить элементы, которые нужно проверить, устранить или модифицировать, а также те элементы, которые надо добавить. Следует предпринимать постоянные усилия по совершенствованию диаграммы, только тогда можно получить действительно ценную диаграмму, которая поможет в решении проблем и в то же время повысит вашу собственную квалификацию и знание технологии.

Для решения проблем рекомендуется применять разные методы, и использование диаграммы Парето в сочетании с диаграммой причин и результатов особенно полезно.

Контрольные вопросы:

- 1 Для чего служит диаграмма Исикавы?
- 2 Какие еще названия имеет диаграмма Исикавы?
- 3 Кто и при каких обстоятельствах предложил использовать диаграмму причин и результатов?
- 4 Структура диаграммы Исикавы.
- 5 Этапы построения диаграммы причин и результатов.
- 6 Для чего служит метод «мозгового штурма»?
- 7 Кто предложил «метод мозгового штурма»?
- 8 Какие советы даются по построению диаграммы Исикавы?
- 9 Советы по использованию диаграммы причин и результатов.
- 10 Выберите наименование продукции и наиболее часто встречаемый для нее дефект и постройте диаграмму Исикавы для анализа причин дефектности этой продукции.

План работы

- 1 Провести анализ причин повышенной кислотности молока на ферме (рис.3):
- 2 Определить и записать все возможные причины повышения кислотности;
- 3 Провести анализ и классификацию всех причин, как это показано в примере;
- 4 Продолжить диаграмму Исикавы, данную на рисунке 3.

Пример: Одна из основных причин повышения кислотности - плохое санитарное состояние производства, животных, персонала, оборудования и помещения («большие кости»).

Рассмотрим санитарное состояние животных, которое зависит от очистки коров, подмывания вымени и сдаивания первых струек молока (три «средние кости»). Далее причины детализируются до мелких костей. Аналогично анализируются и другие причины.

План самостоятельной работы

- 1 Для продукции, которая рассматривается в курсовом проекте студента выбрать любую проблему качества;
- 2 Рассмотреть возможные причины выбранной проблемы;
- 3 Построить диаграмму причин и результатов для определения причин;
- 4 Дать рекомендации производству.

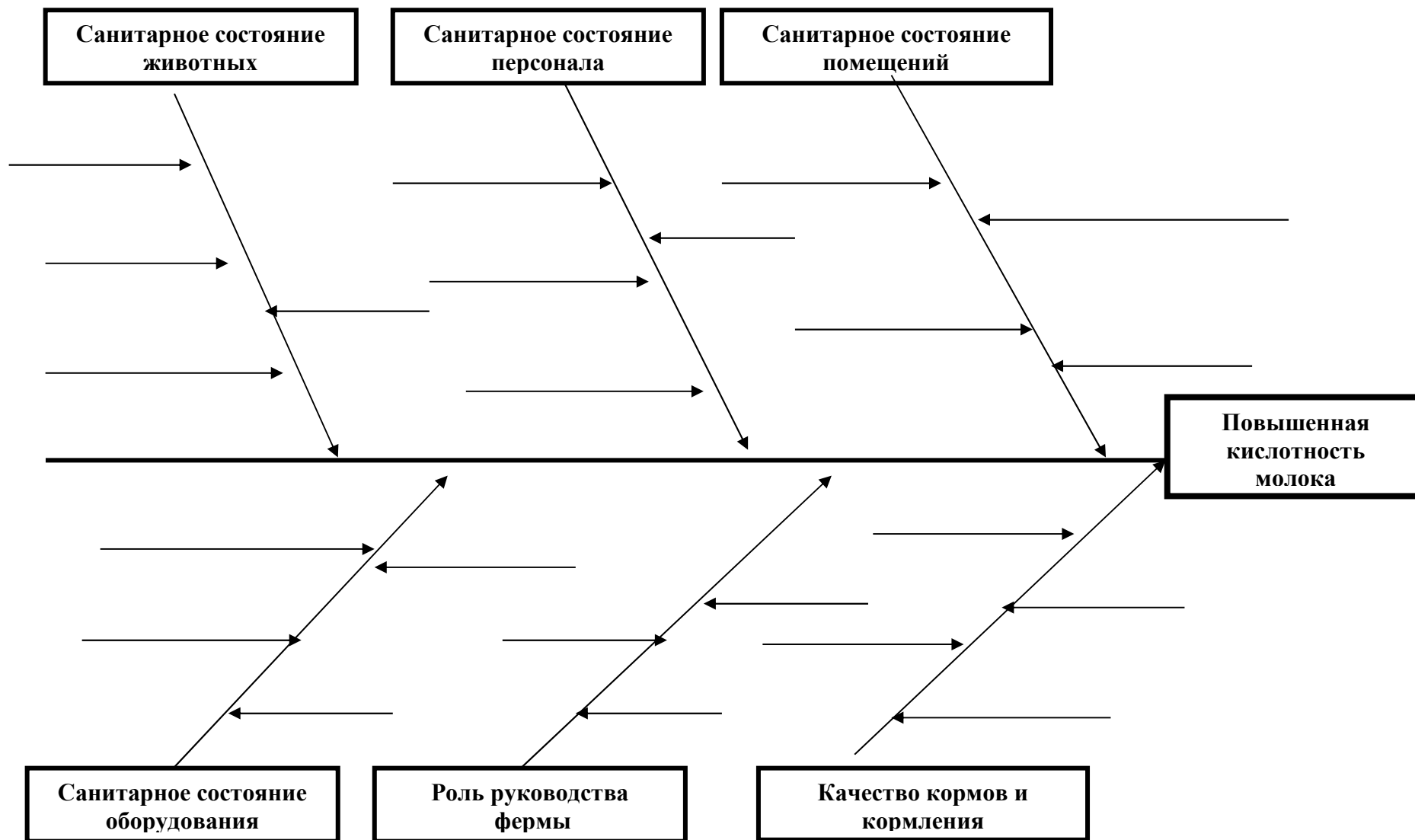


Рисунок 3 - Использование диаграммы Исикавы для анализа причин

Тема № 4

Гистограммы

Цель работы: закрепление знаний, умений и навыков по статистической обработке множества данных о качестве продукции и построению гистограмм

Общие положения

1 Рассеивание и распределение

Если собрать данные о процессе, в котором все факторы (человек, машина, материал, метод и т.п.) строго постоянны, то они оказались бы одинаковыми. Однако в действительности невозможно все время сохранять постоянство всех факторов. Несмотря на стремление удерживать на постоянном уровне те условия, которые подвержены изменениям, в показателях качества изделий все-таки наблюдается рассеивание значений. Строго говоря, даже те несколько факторов, которые считаются постоянными, на самом деле будут изменяться. Такого рода рассеивание можно подразделить на две категории:

- а) неизбежное рассеивание значений показателей качества;
- б) устранимое рассеивание значений показателей качества.

Поскольку категория а) представляет собой случайные погрешности производства, которые возникают либо из-за колебаний в качестве сырья и материалов (в пределах допустимых отклонений), либо из-за изменений в условиях производства (также в пределах допустимых отклонений), то устранять эту категорию рассеивания, как обусловленную случайными причинами, неэкономично.

Категория б) представляет собой систематическую погрешность производства, которая возникает либо в результате использования нестандартного сырья и материалов, либо из-за нарушений технологического режима при выполнении операций, либо вследствие осуществления их по технологической документации, которая недоработана, либо в результате неожиданной разладки оборудования. Следовательно, это происходит по определенной причине и представляет собой устранимое явление, которое непременно следует устранить. Данные, полученные из выборки, служат основой для принятия решений о значениях параметров/характеристик генеральной совокупности (процесс, партия продукции). Чем больше объем выборки, тем больше информации об этой совокупности получится. Но увеличение объема выборки одновременно означает и увеличение количества данных, что затрудняет понимание совокупности по этим данным, в том числе и тогда, когда они представлены в виде таблицы. В таком случае нужен метод, благодаря которому можно было бы понять некоторые черты генеральной совокупности с первого взгляда. Этому требованию отвечает гистограмма. Организуя множество данных в гистограмму, можно получить общее представление о совокупности. Пример гистограмм можно видеть на рис. 1.

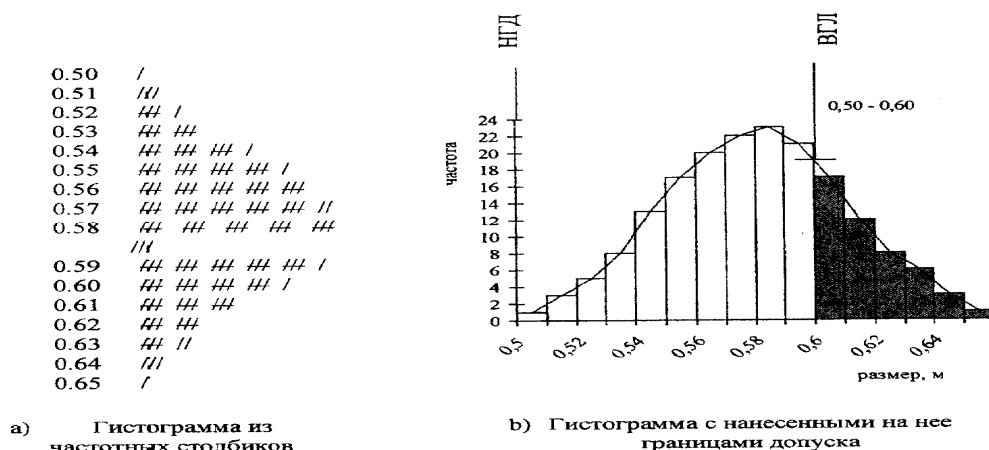


Рисунок 2 - Гистограммы

2 Построение гистограмм

Гистограммы - это графики частотных столбцов, которые показывают статистическую картину поведения процесса. Поэтому построению гистограммы предшествует построение таблицы частот.

2.1 Расчет данных для построения гистограмм

Этапы:

2.1.1 Вычисление выборочного размаха R .

Для этого выбираем наибольшее и наименьшее выборочные значения и вычисляем размах - R .

2.1.2 Определение размеров классов.

Размеры классов определяются так, чтобы размах делился на интервалы равной ширины. Для получения ширины интервалов R делят на 1, 2 или 5 (либо 10, 20, 50; 0,1, 0,2, 0,5 и т.д.), чтобы получилось от 5 до 20 интервалов равной ширины. Если возникают две возможности, используют более узкий интервал при числе наблюдений 100 и больше, и более широкий - при 99 наблюдениях и меньше.

2.1.3 Подготовка бланка таблицы частот.

Готовят бланк (см. табл. 3), куда можно занести класс, среднюю точку, отметки частот, частоты и т.д.

2.1.4 Определение границ класса.

Определить границы интервалов так, чтобы они включали наименьшее и наибольшее значения и положить их в основу таблицы частот (см. табл. 3). Сначала требуется определить нижнюю границу первого класса и прибавить к ней ширину этого класса, чтобы получить границу между первым и вторым классами. После этого необходимо удостовериться, что первый класс включает наименьшее значение, и что его граничное значение приходится на середину принятой единицы. Далее, продолжая прибавлять найденный интервал к предыдущему значению для получения второй границы, затем третьей и т.д., можно удостовериться, что последний класс включает максимальное значение.

2.1.5 Вычисление середины класса.

Вычислить, воспользовавшись приведенной ниже словесной формулой, середины классов и записать их в таблицу частот (см. табл. 3):

- средняя точка первого класса равна сумме верхней и нижней границ первого класса, деленной пополам;
- средняя точка второго класса равна сумме верхней и нижней границ второго класса, деленной пополам; и т.д.

Средины второго, третьего и последующих классов можно еще получить и так:

- середина второго класса равна середине первого класса плюс ширина интервала класса;
- середина третьего класса равна середине второго класса плюс ширина интервала класса и т.д.

Примечания:

- если бы сумма частот f ($\sum f$) оказалась неравной общему числу наблюдаемых значений (n), это означало бы, что в подсчет частот вкралась ошибка.
- если понадобятся относительные частоты, то их можно получить, деля абсолютные частоты f на общее число наблюдений n .

2.1.6 Подсчет частот

Для получения частот надо подсчитать, какое количество значений из таблицы исходных данных попадает внутрь каждого из интервалов (2-ая колонка табл. 3) и записать частоты, приходящиеся на каждый интервал, используя наклонные черточки, сгруппированные по пять, как показано ниже:

Частота	1	2	3
Подсчет частоты	/	//	///
Частота	4	5	6
Подсчет частоты	////	###	### /
Частота	7	8	9
Подсчет частоты	### //	### ///	### ///

2.2 Построение гистограммы

Этапы:

2.2.1 Желательно взять лист бумаги в клеточку. Нанесите горизонтальную ось и выберите масштаб на этой оси. Не стоит ориентироваться при этом на интервалы классов, лучше основываться на единицах величин измеряемых данных. Это делается для удобства сравнений множества гистограмм, описывающих похожие факторы и характеристики, а также для сравнения гистограмм с допусками (стандартами).

На горизонтальной оси с обеих сторон (перед первым и после последнего интервалов) оставьте свободное место, приблизительно равное интервалу.

2.2.2 Разметьте левую вертикальную ось масштабом частот, а на правую (если понадобится) нанесите шкалу относительных частот. Высоту класса с максимальной частотой стоит выбирать так, чтобы она оказалась между расстояниями от максимума до минимума на горизонтальной оси.

2.2.3 Нанесите на горизонтальную ось границы классов.

2.2.4 Пользуясь интервалом класса как основанием, постройте прямоугольник, высота которого соответствует накопленной частоте этого класса.

2.2.5 Нанесите на график линию, представляющую среднее арифметическое, а также линии, представляющие границы допуска, если они есть.

2.2.6 На чистом поле гистограммы укажите происхождение данных (период, в течение которого собирались данные и т.п.), число данных n , среднее арифметическое \bar{x} и среднее квадратичное отклонение S .

3 Чтение гистограмм

Наиболее типичные формы гистограмм приведены на рисунке 2 (а-ж):

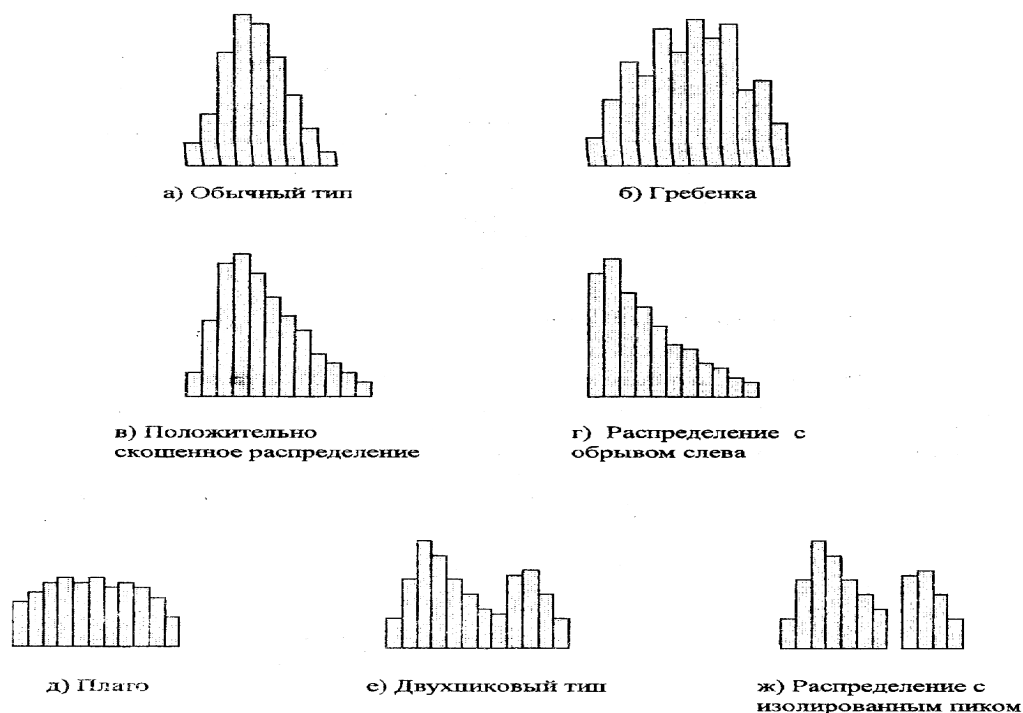


Рисунок 2 – Типы гистограмм

а) Обычный тип (симметричный или колоколообразный)

Среднее значение гистограммы приходится на середину размаха данных. Наивысшая частота оказывается в середине и постепенно снижается к обоим концам. Форма симметрична.

Примечание. Это именно та форма, которая встречается чаще всего.

б) Гребенка (мультимодальный тип)

Классы через один имеют более низкие частоты

Примечание. Такая форма встречается, когда число единичных наблюдений, попадающих в класс, колеблется от класса к классу или когда действует определенное правило округления данных.

в) Положительно скошенное распределение (отрицательно скошенное распределение)

Среднее значение гистограммы локализуется слева (справа) от центра размаха. Частоты довольно резко спадают при движении влево (вправо) и, наоборот, медленно вправо (влево). Форма асимметрична.

Примечание. Такая форма встречается, когда нижняя (верхняя) граница регулируется либо теоретически, либо по значению допуска или когда левое (правое) значение недостижимо.

г) *Распределение с обрывом слева (распределение с обрывом справа)*

Среднее арифметическое гистограммы локализуется далеко слева (справа) от центра размаха. Частоты резко спадают при движении влево (вправо) и, наоборот, медленно вправо (влево). Форма асимметрична

Примечание. Это одна из тех форм, которые часто встречаются при 100 % -ном контроле изделий из-за плохой воспроизводимости процесса, а также когда проявляется резко выраженная положительная (отрицательная) асимметрия.

д) *Плато (равномерное и прямоугольное распределения)*

Частоты в разных классах образуют плато, поскольку все классы имеют более или менее одинаковые ожидаемые частоты с конечными классами.

Примечание. Такая форма встречается в смеси нескольких распределений, имеющих различные средние.

е) *Двухпиковый тип (бимодальный тип)*

В окрестностях центра диапазона данных частота низкая, но есть по пику с каждой стороны.

Примечание. Такая форма встречается, когда смешиваются два распределения с далеко отстоящими средними значениями.

ж) *Распределение с изолированным пиком*

Наряду с распределением обычного типа появляется маленький изолированный пик

Примечание. Это форма, которая появляется при наличии малых включений данных из другого распределения, как в случае нарушения нормальности процесса, появления погрешности измерения или просто включения данных из другого процесса.

4 Нормальное распределение и его характеристики

Всякая гистограмма строится на основе некоторого числа данных. Но что произойдет с гистограммой, если наращивать число данных? Если интервал класса по мере роста числа данных будет все меньше и меньше, то сглаженная кривая распределения частот получится как предел распределения относительных частот. Она как раз и станет представлением для самой генеральной совокупности, поскольку получается из бесконечного числа данных.

Есть множество видов распределений, но самое типичное из них - нормальное распределение (рис. 3). Когда разброс характеристики качества обусловлен суммой большого числа независимых ошибок, вызванных различными факторами, то ее распределение во многих случаях получается приблизительно нормальным. Нормальное распределение можно легко узнать по колоколообразной форме, если:

а) его наибольшая частота приходится на середину интервала и плавно спадает к его концам (хвостам) т.е. большинство точек (данных) располагаются вблизи центральной линии или в середине;

б) центральная линия делит кривую на две симметричные половины;

в) лишь малое число точек разбросано далеко и относится к минимальным или максимальным значениям;

г) нет точек, лежащих за колоколообразной кривой.

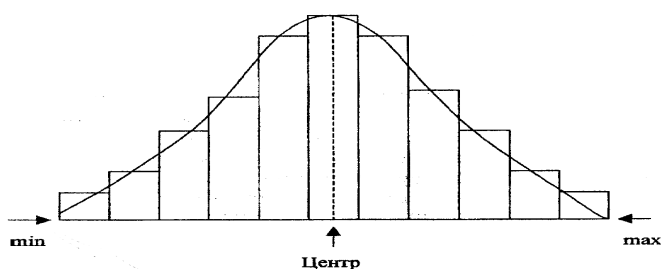


Рисунок 3 - Форма нормального распределения

Контрольные вопросы:

- 1 Укажите причины рассеивания значений показателей качества.
- 2 На какие две категории обычно делят рассеивание в показателях качества?
- 3 Что представляют собой случайные погрешности производства?
- 4 Что представляют собой систематические погрешности производства?
- 5 Цель построения гистограмм.
- 6 Типы гистограмм.
- 7 Характеристики нормального распределения.
- 8 Этапы расчета данных для построения гистограмм.
- 9 Определения выборочного размаха.
- 10 Определение количества классов.
- 11 Выбор размера интервалов.
- 12 Вычисление середины классов.
- 13 Подсчет частот.
- 14 Этапы построения гистограмм.
- 15 Какие данные наносятся на гистограмму?
- 16 Чтение гистограмм.

План работы

Провести исследование распределения содержания белка в молоке, поступающего на молочный завод:

1 Используя исходные данные (табл. 1) по содержанию белка, полученные в лаборатории при приемке сырья – молока построить таблицу частот (табл. 3);

2 Построить гистограмму распределения содержания белка в молоке;

3 Сделать вывод о качестве молока – сырья, поступающего на молочный завод от поставщиков, учитывая, что норма по данному показателю составляет – не менее 2,52 %.

Для исследования распределения содержания белка в молоке, поступающего на завод, были измерены 90 проб ($n = 90$) (табл.1).

Таблица 1 – Содержание белка в молоке – сырье, %

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	2,510	2,517	2,522	2,510	2,511	2,519	2,532	2,543	2,525	2,522
11-20	2,527	2,536	2,508	2,538	2,512	2,515	2,521	2,536	2,529	2,524
21-30	2,529	2,523	2,523	2,523	2,519	2,528	2,543	2,538	2,518	2,534
31-40	2,520	2,514	2,512	2,534	2,526	2,530	2,532	2,526	2,523	2,520
41-50	2,535	2,523	2,526	2,525	2,532	2,522	2,502	2,530	2,522	2,514
51-60	2,533	2,510	2,509	2,524	2,530	2,521	2,522	2,535	2,509	2,529
61-70	2,525	2,515	2,520	2,519	2,526	2,527	2,522	2,539	2,540	2,528
71-80	2,531	2,545	2,524	2,522	2,520	2,519	2,519	2,529	2,522	2,513
81-90	2,518	2,527	2,511	2,519	2,531	2,527	2,529	2,528	2,519	2,521

Расчет параметров гистограммы:

1.1 Определение выборочного размаха R .

Процесс поиска максимального и минимального значений в большом количестве исходных данных можно облегчить. Для этого надо сначала найти наибольшее и наименьшее значения в каждой строке таблицы исходных данных (табл. 2), а затем взять из них самое большое и самое маленькое значения. Это и будет максимум и минимум всех наблюдаемых значений. Выборочный размах R равен разности между максимальным и минимальным значениями:

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

Таблица 2 - Таблица для вычисления размаха

Номер выборки	Результаты измерений										Макс. в строке	Мин. в строке
1-10	2,510	2,517	2,522	2,510	2,511	2,519	2,532	2,543	2,525	2,522		
11-20	2,527	2,536	2,508	2,538	2,512	2,515	2,521	2,536	2,529	2,524		
21-30	2,529	2,523	2,523	2,523	2,519	2,528	2,543	2,538	2,518	2,534		
31-40	2,520	2,514	2,512	2,534	2,526	2,530	2,532	2,526	2,523	2,520		
41-50	2,535	2,523	2,526	2,525	2,532	2,522	2,502	2,530	2,522	2,514		
51-60	2,533	2,510	2,509	2,524	2,530	2,521	2,522	2,535	2,509	2,529		
61-70	2,525	2,515	2,520	2,519	2,526	2,527	2,522	2,539	2,540	2,528		
71-80	2,531	2,545	2,524	2,522	2,520	2,519	2,519	2,529	2,522	2,513		
81-90	2,518	2,527	2,511	2,519	2,531	2,527	2,529	2,528	2,519	2,521		

Таким образом, $R =$

1.2 Определение размеров классов.

Для большей наглядности поведения изучаемого показателя, процесса, явления количество интервалов должно быть от 5 до 20. Размер класса можно определить путем деления размаха на выбранное удобное число интервалов. Можно наоборот размах разделить на несколько удобных значений размеров классов и выбрать тот, который дает нужное их количество.

Например, определим по второму способу размер класса, если $R = 0,37$, $n = 50$

$$0,37 : 0,05 = 7,4;$$

$$0,37 : 0,02 = 18,5;$$

$$0,37 : 0,10 = 3,7.$$

Таким образом, в первом случае получили, округлив - 7, во втором - 19, в третьем - 4 класса. Между 5 и 20 имеется два значения: 7 и 19. Выбираем 7 интервалов, так как, если возникают две возможности, используют более узкий интервал при числе наблюдений 100 и больше, и более широкий - при 99 наблюдениях и меньше. В данном случае 0,05 против 0,02 для 50 наблюдений.

Используя вышеприведенный пример, определить число классов и размер интервала для данных по молоку.

1.3 Заполнение таблицы частот (табл. 3).

1.3.1 Определяя классы, необходимо правильно выбрать минимальное значение. В нашем случае его лучше округлить до 2,500, затем прибавить найденный размер класса. Начало каждого класса должно быть на одну долю больше конца предыдущего класса, для того чтобы выборочные значения не могли принадлежать сразу двум соседним классам.

Например, если $\min = 45,25$, а интервал $= 0,05$, то:

$$1 \text{ класс } 45,25 - 45,30; \quad \text{либо} \quad 1 \text{ класс } 45,250 - 45,300;$$

$$2 \text{ класс } 45,31 - 45,35 \text{ и т.д.}, \quad 2 \text{ класс } 45,301 - 45,350 \text{ и т.д.}$$

1.3.2 Определяя середину класса, долю перехода из класса в класс не учитывают, то есть для первого класса суммируют оба значения и делят пополам, а для остальных берут максимальные значения предыдущего и данного класса.

Например,

$$1 \text{ класс } \frac{45,25 + 45,30}{2} = 45,275;$$

$$2 \text{ класс } \frac{45,30 + 45,35}{2} = 45,325 \text{ и т.д.}$$

1.3.3 Используя вышеуказанный пример, заполнить таблицу частот содержания белка в молоке.

Таблица 3 – Таблица частот

Номер класса	Класс	Середина класса	Подсчет частот	Частота f
	Итого			

2 Построение гистограммы

2.1 Используя данные таблицы частот и п 2.2 общих положений, построить гистограмму, показывающую распределение содержания белка в молоке, поступающего на молочный завод.

2.2 Рядом с гистограммой нанести информационные данные.

2.3 Нанести на гистограмму границы допусков в виде вертикалей, проходящих через предельные значения на оси абсцисс.

2.4 Нанести на гистограмму линию, показывающую среднее значение выборки.

Для получения более точного значения используют формулу:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}.$$

Для ускорения расчетов среднее значение выборки считают по формуле:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n f\bar{x}_i}{n},$$

где f – количество частот (выборочных значений) в классе;

\bar{x}_i -среднее значение класса.

Для второго варианта расчета средней арифметической удобно использовать следующую таблицу

Таблица 4 Данные для расчета средней арифметической

Номер класса	Середина класса \bar{x}_i	Частота f	$f\bar{x}_i$	\bar{x}
Итого		n =	Σ =	

2.5 Определить тип гистограммы и есть ли смещение относительно центра размаха.

2.6 Определить количество брака и по содержанию белка сделать вывод о качестве молока – сырья, поступающего на молочный завод.

План самостоятельной работы

1 Выбрать вариант задания (приложение А), который соответствует номеру фамилии студента в списке группы в алфавитном порядке.

2 Рассчитать данные и построить гистограмму;

3 Нанести на гистограмму все необходимые данные;

4 Сделать выводы о характере распределения и качестве продукции.

Лист для построения гистограммы

[illegible]

Выводы:

Рекомендации:

Тема № 5

Контрольные карты Шухарта

Цель работы: закрепление знаний, умений и навыков по применению контрольных карт по количественному и качественному признаку в управлении качеством продукции.

Общие положения

Метод контрольных карт помогает сначала определить, действительно ли процесс принял состояние статистической управляемости на надлежащем уровне и/или сохраняет такое состояние, а затем помогает поддерживать статистическую управляемость в процессе производства. То есть, по сути, это метод предупреждения несоответствий, позволяющий предпринимать эффективные действия, прежде всего, по отношению к процессам, а не к продукции.

1 Теория контрольных карт

Контрольная карта (control chart) - это графическое средство, использующее статистический подход, важность применения которого для управления производственными процессами была показана впервые в 1924 г. доктором У. Шухартом, работавшим в Bell Telephone Laboratories.

Теория контрольных карт различает два вида изменчивости (вариабельности) процессов. Первый вид - случайная вариабельность, обусловленная **«случайными причинами»** (их также называют **«обычными причинами»**). Такая вариабельность обусловлена бесчисленным набором разнообразных причин, которые присутствуют постоянно и которые нелегко, или невозможно, или экономически нецелесообразно выявлять. Каждая из таких причин составляет очень малую долю общей вариабельности, и ни одна из них не значима сама по себе. Тем не менее, сумма вкладов всех этих неустраняемых при сегодняшних обстоятельствах случайных причин измерима, и предполагается, что она внутренне присуща процессу. Исключение или уменьшение влияния обычных причин требует принятия управленческих решений и выделения ресурсов на улучшение процесса и системы в целом.

Второй вид вариабельности - явные изменения в процессе. Такие изменения можно отнести к некоторым причинам, которые не присущи процессу, и которые можно выявить и исключить, по крайней мере, теоретически. Эти потенциально выявляемые причины рассматриваются как «неслучайные» или «особые» (иногда «специальные») причины вариаций. К ним можно отнести поломку инструмента, недостаточную стабильность характеристик материала, производственного или контрольного оборудования, квалификацию персонала, невыполнение процедур и т.д.

Цель контрольных карт - показать динамику поведения процесса, выявить встречающиеся неслучайные структуры вариаций, и дать критерии для обнаружения отсутствия состояния статистической управляемости. Процесс находится в статистически управляемом состоянии, когда его вариабельность вызывается только случайными (общими) причинами. Как только приемлемый уровень вариабельности определен, любое отклонение от него считается результатом действия особых (специальных) причин, которые следует выявить, исключить или ослабить.

Контрольные карты, являясь источником информации об управляемости или неуправляемости процессов, позволяют оценить уровень настройки технологического процесса и степень отклонения этой настройки от заданных значений.

Статистические характеристики. Контрольная карта требует использования данных в виде подгрупп, получаемых выборочно из самого процесса через регулярные интервалы. Интервалы можно определять либо по времени (например, ежечасно, еженедельно и т.п.), либо по количеству продукции (каждая партия). Обычно каждая подгруппа состоит из однотипных единиц продукции или услуг с одними и теми же контролируемыми показателями, и часто (но не обязательно) подгруппы имеют равные объемы. Для каждой подгруппы определяют одну или несколько характеристик, таких как групповое среднее \bar{X} и групповой размах R , или выборочное стандартное отклонение S . Эти характеристики, называемые статистическими характеристиками, дают возможность достаточно точно судить о состоянии технологического процесса. Этим и обуславливается высокая эффективность метода контрольных карт для статистического регулирования процессов по сравнению с традиционными методами контроля технологических параметров.

Контрольная карта - это линейный график, показывающий, как ведут себя статистические характеристики подгрупп в зависимости от номера подгруппы. На контрольную карту в выбранном

заранее масштабе наносят значения статистических характеристик каждой очередной выборки или пробы при фиксированных значениях технологических параметров и режимов.

Контрольная карта - это график процесса, снабженный шкалой, на которой указаны границы регулирования, отделяющие зоны случайного рассеивания (общие причины вариабельности) от зон неслучайного рассеивания (специальные причины вариабельности).

Границы регулирования. Границы регулирования - это линии, предусматривающие рациональное и экономически целесообразное разделение диапазона рассеивания на зону, обусловленную неизбежными причинами, и зону, обусловленную теми факторами, которые можно выявить и устранить.

Границы регулирования на контрольных картах строятся от средней (центральной) линии (Center Line, CL), соответствующей эталонному значению наносимых характеристик. При оценке того, находится процесс или нет в состоянии статистической управляемости, за эталонное значение обычно принимают среднее значение наносимой на карту характеристики, полученное на основе рассматриваемых данных. При управлении процессом за эталонное значение обычно принимают значение характеристики, установленное в технических условиях, или номинальное значение наносимой характеристики, основанное на предыдущей информации о процессе, или намеченное целевое значение данной характеристики. Две, статистически определяемые контрольные границы, по одной с каждой стороны от центральной линии, называются верхней контрольной (Upper Control Limit, UCL) и нижней контрольной границей или пределом (Lower Control Limit, LCL) (рис. 4).

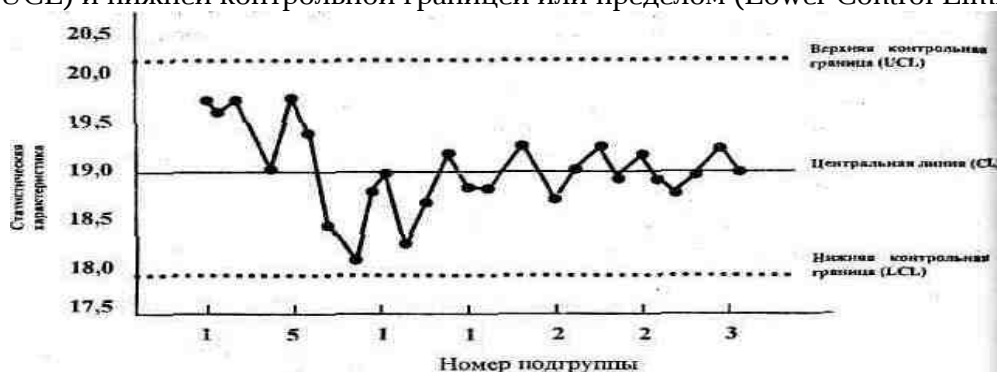


Рисунок 4 - Вид контрольной карты

Диапазон контрольных границ. Границы регулирования на контрольной карте находятся на расстоянии $\pm 3\sigma$ по каждую сторону от центральной линии, где σ - генеральное стандартное отклонение используемой статистики. Вариабельность внутри подгрупп используется как мера случайных вариаций. Для получения оценки σ вычисляют выборочное стандартное отклонение или соответствующее число выборочных размахов. Эта мера не включает межгрупповых вариаций, а оценивает только вариацию внутри подгрупп.

Границы $\pm 3 \sigma$ указывают, что около 99,7% значений некоторой характеристики попадут внутрь этих границ при условии, что процесс находится в состоянии статистической управляемости и описывается распределением, близким к нормальному. Другими словами, есть риск, равный 0,3 % (или в среднем три на тысячу случаев), что нанесенная точка окажется вне контрольных границ, когда процесс стабилен.

Вероятность того, что нарушение границ - и в самом деле случайное событие, а не реальный сигнал, считается столь малой, что когда появляется точка вне границ, необходимо действовать. Так как действие предпринимается именно в этой точке, то трехсигмовые контрольные границы иногда называются «границами действия».

Часто на контрольной карте проводят пределы еще и при $\pm 2 \sigma$. Тогда любое выборочное значение, попадающее за границы $\pm 2 \sigma$, может служить предостережением о грозящей ситуации выхода процесса из состояния статистической управляемости. Поэтому границы $\pm 2 \sigma$ иногда называют «предупреждающими границами».

2 Ошибки первого и второго рода, свойственные контрольным картам.

Несмотря на отсутствие отклонений в технологическом процессе, границы регулирования на контрольной карте могут быть нарушены вследствие того, что произошло маловероятное событие: точка вышла за границы регулирования, хотя процесс статистически стабилен. Это называется

ошибкой первого рода («риск излишней наладки»). Поскольку расстояние между средней линией и границами регулирования обычно составляет 3σ , вероятность ошибки первого рода составляет 0,3%.

И наоборот, существует вероятность того, что, если в технологическом процессе возникает отклонение, то его можно ошибочно не обнаружить, поскольку точки на графике оказываются внутри границ регулирования. Это называется ошибкой второго рода («риск незамеченной разладки»).

Если сузить диапазон границ регулирования, то ошибки второго рода сократятся, однако ошибки первого рода увеличатся. Если же расширить границы регулирования, то ошибки первого рода уменьшатся, тогда, как ошибки второго рода возрастут. Отсюда вытекает, что рациональное и экономически целесообразное сочетание этих двух аспектов и есть суть рационального установления границ регулирования.

Контрольные вопросы

- 1 Назначение контрольных карт.
- 2 Что представляет собой случайная вариабельность?
- 3 Перечислить причины случайной вариабельности.
- 4 Что представляет собой неслучайная вариабельность?
- 5 Перечислить «особые» причины вариабельности.
- 6 Какие статистические характеристики необходимы при построении контрольных карт?
- 7 Цель метода контрольных карт.
- 8 Что графически представляет собой контрольная карта?
- 9 Структура контрольной карты.
- 10 Границы регулирования контрольных карт.
- 11 Каков диапазон контрольных границ?
- 12 Каков риск неверной информации при методе контрольных карт?
- 13 Ошибки первого и второго рода, в чем их суть и способы выявления и уменьшения?

3 Порядок использования контрольных карт

3.1 Выбор показателей качества

Обычно в первую очередь объектом внимания становятся показатели, влияющие на эксплуатационную эффективность продукции. Они могут относиться как к характеристикам составных частей предлагаемой продукции, так и к законченному продукту. Статистические методы управления процессами стоит вводить в первую очередь там, где контрольные карты будут помогать в сборе информации о поведении процесса во времени, что позволяет корректировать процесс и улучшать производимую продукцию.

3.2 Анализ процесса производства

Детальный анализ процесса производства нужен для того, чтобы определить:

- а) вид и локализацию причин, которые могут возникать нерегулярно в процессе производства;
- б) влияние вводимых допусков;
- в) методы контроля и оптимальные точки их применения;
- г) все другие существующие факторы, которые могут влиять на процесс производства.

Анализ нужно проводить для определения стабильности производственных процессов, точности производственного и контрольного оборудования, качества производимой продукции, характера связи между типами и причинами несоответствий. Условия выполнения производственных операций и обеспечения качества надо отрегулировать совместно с корректировкой производственного процесса и оборудования, а также с разработкой планов статистического управления производственными процессами. Это поможет определить оптимальные места для размещения контроля и позволит быстрее выявлять любую нерегулярность в ходе производственного процесса, что необходимо для обеспечения надлежащих корректирующих воздействий.

3.3 Частота и объем подгрупп

Общих правил по выбору частоты взятия подгрупп и их объемов не существует. Частота может зависеть от стоимости процедур выборочного отбора и анализа, а объем подгрупп - от ряда практических соображений. Например, большие подгруппы, берущиеся с меньшей частотой, могут

обнаружить малый сдвиг среднего значения процесса более точно, однако малые подгруппы, берущиеся чаще, обнаруживают большие сдвиги быстрее. Часто объем подгруппы берется из 4 или 5 единиц, а частота отбора выборок обычно выше в начале работы, чем при достижении состояния статистической управляемости. Обычно 20-25 подгрупп с объемом 4 или 5 единиц каждая рассматриваются как приемлемый вариант для получения предварительных оценок.

Частота выборок, статистическая управляемость (стабильность) и воспроизводимость процесса должны рассматриваться совместно. Поэтому, часто для оценки σ используется среднее значение размаха R . Количество источников вариации увеличивается с ростом временного интервала между выборочными единицами внутри подгруппы. Поэтому увеличение времени между выборочными единицами в подгруппе увеличивает R , увеличивает оценку σ , расширяет контрольные границы и, тем самым, уменьшает значение индекса воспроизводимости процесса. Напротив, можно увеличить значение индекса воспроизводимости процесса, выбирая последовательные единицы продукции, что приведет к малым значениям среднего размаха R и σ , но при этом будет сложнее достигнуть состояния статистической управляемости.

3.4 Предварительный сбор данных

После решения о выборе характеристики показателя качества, который надо контролировать, следует собрать и проанализировать некоторое первоначальное количество данных контроля или измерений, чтобы с их помощью определить предварительные значения параметров контрольных карт, а именно: положение центральной линии и контрольных границ. Предварительные данные могут собираться подгруппа за подгруппой, пока не будет получено 20-25 подгрупп при непрерывном ходе производственного процесса. Важно, чтобы процесс был достаточно стабилен в течение периода сбора предварительных данных, т.е. он не должен подвергаться особым внешним влияниям, таким как изменения в подаче материалов, операциях, режимах оборудования, обслуживающем персонале и т.п.

3.5 Структура контрольной карты

Контрольная карта обычно представляет собой бланк установленной формы на предприятии, где должна быть расположены:

1 Информационные данные:

- тип и номер контрольной карты;
- наименование продукции;
- наименование технологического процесса;
- показатель (объект) измерения;
- предельные значения (технического регламента, ГОСТ, ТУ или др. НД);
- объем выборки;
- период отбора;
- единица измерения;
- измерительный прибор, инструмент и т.д.
- лицо, ответственное за измерение;
- даты сбора информации.

2 Контрольный листок или таблицу для внесения результатов измерения качества продукции и расчета контрольных границ.

3 Формулы и таблицу коэффициентов для расчета границ регулирования.

4 Графики контрольных карт.

5 Выводы по итогам анализа контрольных карт.

3.6 Анализ состояния производства с помощью контрольных карт

Построив контрольные карты, можно приступить к статистическому регулированию рассматриваемого технологического процесса. Прежде всего, необходимо определить состояние процесса по основным признакам: наличие точек, выходящих за контрольные границы; наличие серий или трендов; наличие периодичности или приближения точек к контрольным пределам; сравнить контрольные границы с границами допуска.

Выход за контрольные пределы. Это такое состояние процесса, при котором точки значений параметров лежат вне контрольных границ.

Серии. Это такое состояние процесса, при котором точки неизменно оказываются по одну сторону от центральной линии.

Тренд (дрейф). Это проявление такого состояния процесса, когда точки (не менее семи подряд) образуют одну непрерывно повышающую или понижающую кривую.

Приближение к точек к контрольным пределам. Это такое состояние процесса, при котором точки находятся в области контрольных границ на расстоянии не более одной сигмы.

Для контрольных карт по альтернативному признаку выводы делают по расположению точек относительно верхней границы регулирования.

Таким образом, изучая контрольные карты можно сделать выводы относительно статистической управляемости (регулируемости) процесса, его стабильности, количеству брака и вероятности его появления. По итогам проводят корректировку процесса.

Контрольные вопросы

- 1 Как производится выбор показателей качества;
- 2 Для каких целей проводится анализ процесса производства;
- 3 От чего зависит частота и объем подгрупп данных при построении контрольных карт;
- 4 В чем заключается предварительный сбор данных;
- 5 Какие требования устанавливаются к состоянию производственного процесса при сборе данных для построения контрольных карт;
- 6 Какова структура контрольной карты;
- 7 Как проводится анализ состояния производства с помощью контрольных карт;
- 8 Какие выводы можно сделать о состоянии производства можно сделать с помощью контрольных карт.

4 Типы контрольных карт

В зависимости от вида показателя и цели существуют различные типы контрольных карт, которые классифицируются по количественным и качественным (альтернативным) признакам.

4.1 Контрольные карты по количественным, признакам:

4.1.1 (\bar{x} - R)-карта. Эта карта используется в тех случаях, когда для анализа и управления процессом применяют такие показатели, как среднее арифметическое (\bar{x}) и размах (R). Контрольная карта (\bar{x} - R) фактически состоит из двух контрольных карт, одна из которых обеспечивает контроль за поведением среднего арифметического \bar{x} , а другая показывает, как ведет себя рассеивание (разброс) показателя качества. Карта (\bar{x} - R) применяется для контроля количественных показателей качества, таких, как длина, масса, диаметр, время, предел прочности, твердость, прибыль и т.д. Для каждого контролируемого параметра требуется отдельная карта \bar{x} - R. Поэтому можно рекомендовать применение этой карты для одного, наиболее ответственного показателя (параметра).

Расчет контрольных границ:

$$UCL_{\bar{x}}, LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} \pm A_2 \cdot \bar{R}$$

$$UCL_R = D_4 \cdot \bar{R}$$

$$LCL_R = D_3 \cdot \bar{R}$$

где значения A_2, D_3, D_4 определяются по таблице коэффициентов для вычисления контрольных карт для n количества.

4.1.2 (\tilde{x} - R)-карта. Эта карта используется в тех случаях, когда для анализа и управления процессом применяют такие показатели, как медиана (\tilde{x}) и размах (R). Аналогично с картой (\bar{x} - R) представляет собой сочетание контрольной карты \tilde{x} , осуществляющей контроль за изменениями значений медианы, и контрольной карты R, осуществляющей контроль за изменениями рассеивания значений показателя качества. На практике ее применяют для таких же элементов контроля, что и контрольную карту (\bar{x} - R). Вместе с тем, сравнивая эту контрольную карту с контрольной картой (\tilde{x} - R) можно заметить, что:

- карта менее точна и потому дает меньшую возможность выявлять отклонения;
- карта достаточно проста и, следовательно, она окажется более пригодной непосредственно на месте работ;
- измеряемые величины можно непосредственно сравнивать с нормированными значениями.

Расчет контрольных границ:

$$UCL_{\bar{x}}, LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} \pm m_3 \cdot \tilde{A}_2 \cdot \bar{R}$$

$$UCL_R = D_4 \cdot \bar{R}$$

$$LCL_R = D_3 \cdot \bar{R}$$

где значения $m_3, \tilde{A}_2, D_3, D_4$ определяются по таблице коэффициентов для вычисления контрольных карт для n количества.

4.1.3 ($\bar{x} - S$) - карта. Вместо карты $\bar{x} - R$ можно применять карту $\bar{x} - S$, то есть карту средних значений с среднеквадратичного отклонения. Она более точно отражает величину рассеивания (разброса), но при этом расчеты чуть усложняются.

Расчет контрольных границ:

$$UCL_{\bar{x}}, LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} \pm A_3 \cdot \bar{S}$$

$$UCL_S = B_4 \cdot \bar{S}$$

$$LCL_S = B_3 \cdot \bar{S}$$

где значения A_3, B_3, B_4 определяются по таблице коэффициентов для вычисления контрольных карт для n количества.

Контрольные карты по количественному признаку состоят из двух графиков \bar{x} и R ; \bar{x} и R и $\bar{x} - S$

Наблюдая за технологическим процессом с помощью контрольных карт по количественному признаку, можно определить статистический допуск, т. е. тот реальный разброс, который в данный момент времени органически обеспечивается данным процессом производства в пределах 3δ .

Контрольные вопросы

- 1 Типы контрольных карт по количественному признаку.
- 2 Какие показатели контролируются с помощью контрольных карт по количественному признаку?
- 3 Расчет границ регулирования для контрольных карт.
- 4 Этапы построения контрольных карт.
- 5 Выводы, которые позволяют сделать контрольные карты по количественному признаку.

План работы

- 1 Применить метод контрольных карт при анализе стабильности процесса производства сосисок. Контролируется длина сосисок при шприцевании. Данные представлены в таблице 1.
- 2 Сформировать информационные данные.
- 3 Рассчитать данные для границ регулирования контрольной карты $\bar{x} - R$. Используйте таблицу коэффициентов для вычисления линий контрольных карт (см. прил. Б).
- 4 Построить графики контрольной карты $\bar{x} - R$.
- 5 Сделать вывод о статистической управляемости процесса.

Таблица 1 Данные для расчета контрольных границ

Номер выборки	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	$\sum x$	\bar{x}	R	\tilde{x}	S^2	S
1	15	14	11	12	13						
2	10	10	16	12	13						
3	10	9	17	13	13						
4	14	16	14	14	12						
5	13	10	12	15	11						
6	15	11	14	11	13						
7	15	12	13	13	12						
8	12	14	13	13	16						
9	15	15	14	13	12						
10	13	11	11	13	12						
						$\Sigma =$	$\bar{\bar{x}} =$	$\bar{R} =$	$\bar{\tilde{x}} =$		$\bar{S} =$

Задания для самостоятельного выполнения

- 1 Рассчитать данные для границ регулирования контрольных карт типа $\tilde{X} - R$ и типа $\bar{X} - S$, используя данные таблицы 6 и таблицы коэффициентов (см. прил. Б).
- 2 Построить графики вышеуказанных контрольных карт.
- 3 Сделать вывод о статистической управляемости процесса.

4.2 Контрольные карты по качественным признакам:

4.2.1 р-карта (для доли дефектных изделий). Контрольная карта р применяется для контроля и регулирования технологического процесса в тех случаях, когда измеряемой характеристикой процесса является доля дефектных изделий. Значение доли дефектных изделий выявляется после проверки некоторой части изделий, разделения их на хорошие и дефектные, и деления числа обнаруженных дефектных изделий на полное число проверенных изделий. Хотя сами измеряемые показатели качества обычно относятся к количественным признакам, после разграничения изделий на доброкачественные и дефектные эти две группы относятся к категории качественных признаков, и поэтому в таких случаях целесообразно использовать р-карту. Кроме применения контрольной карты р для доли дефектных изделий, ее можно применять для определения интенсивности выпуска продукции, процента неявки на работу и т.п.

Преимущество р-карты состоит в том, что одновременно можно контролировать несколько параметров, причем число проверяемых изделий может меняться.

Особенно удобна р-карта при приемочном контроле сложных изделий, когда перед отправкой потребителю проверяется вся продукция; контролируются её функциональные характеристики, товарный вид и т.п.

р-карту можно использовать как при сплошном, так и выборочном контроле. Объем выборки часто берут равным 100 шт., поэтому порой в сутки наносят только одну точку. Если ежедневному контролю подвергаются менее 100 изделий, то складываются результаты, полученные за несколько дней. Выборки при этом могут быть неодинакового объема. Величину доли дефектных изделий часто берут в % -ном выражении.

Расчет контрольных границ для р-карты:

Данные: m - количество выборок (часто дней контроля);
 n - объем выборки или количество исследованных изделий за день;
 np - количество бракованных изделий;
 p - доля брака, %

$\bar{n} = \frac{\sum n}{m}$ - среднее количество проконтролированных изделий на одну выборку
или за день;

$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \cdot 100\%$ - доля брака на весь объем проконтролированных изделий.

$$UCL_p, LCL_p = \bar{p} \pm 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(100^* - \bar{p})}{\bar{n}}}$$

Иногда формулы для расчета контрольных границ иные, если в таблице данных для построения контрольных карт есть графа с S_p - среднеквадратическим отклонением, то используют формулу:

$$UCL_p, LCL_p = \bar{p} \pm 3S_p, \text{ где}$$

$$S_p = \sqrt{\frac{\bar{p}(100^* - \bar{p})}{\bar{n}}}$$

Иногда рассчитывают значение A по формуле:

$$A = \frac{3}{\sqrt{\bar{n}}}, \text{ тогда}$$

$$UCL_p, LCL_p = \bar{p} \pm A \sqrt{\bar{p}(100^* - \bar{p})}$$

* - если расчет ведут в долях, то берут 1, если в % - то 100, как показано в формуле.

** - если под корнем получается отрицательное число, то берем 0, тогда границы совпадут и брака не должно наблюдаться.

График р-карты:

ось абсцисс – номера выборок или даты;

ось ординат – откладывают доли дефектных изделий - p (%);

средняя линия – через \bar{p} .

С помощью р-карты контролируется доля дефектных изделий.

4.2.2 пр-карта (для числа дефектных изделий). Контрольная карта пр применяется для контроля и регулирования технологического процесса в тех случаях, когда контролируемым параметром является число дефектных изделий при постоянном объеме выборки n . Эта контрольная карта соответствует контрольной карте p при постоянном n и, по существу, совпадает с ней.

Часто объем выборок равен 100 изделиям, при этом желательно собрать 20-25 групп данных.

Расчет контрольных границ для пр-карты:

Данные: m - количество выборок (часто дней контроля);

$\sum n$ - общее количество исследованных изделий (всех);

$\sum np$ - общее количество бракованных изделий;

$n\bar{p} = \frac{\sum np}{m}$ - доля бракованных изделий на одну выборку;

$\bar{n} = n$ - в этой карте, так как выборки одинакового объема.

$$UCL_{np}, LCL_{np} = n\bar{p} \pm 3\sqrt{n\bar{p}\left(1 - \frac{n\bar{p}}{\bar{n}}\right)}^*$$

Если выборка равна 100 изделиям, то можно рассчитать значение \bar{p} по формуле:

$\bar{p} = \frac{n\bar{p}}{\bar{n}}$ - доля брака на одну выборку, тогда:

$$UCL_{np}, LCL_{np} = n\bar{p} \pm 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})}^*$$

* - если под корнем получается отрицательное число, то берем 0, тогда границы совпадут и брака не должно наблюдаться.

График пр-карты:

ось абсцисс – номера выборок;

ось ординат – откладывают число дефектных изделий в выборке - np (%);

средняя линия – через $n\bar{p}$.

С помощью р-карты контролируется число дефектных изделий.

4.2.3 с-карта, u-карта. Иногда бывает, что анализ и управление процессом ведутся по таким дефектам в продукции, как, например, число внешних пороков на изделии, число дефектов сварки в конструкции, число дефектов печатной платы и т.д. В этих случаях для числа дефектов в изделиях одинакового размера применяются карты типа с, а для изделий разного размера - карты типа u.

Иными словами, **контрольная карта с** используется тогда, когда контролируемым параметром служит число дефектов, обнаруживаемых среди каких-то постоянных объемов продукции. В качестве таких постоянных объемов продукции лучше всего брать какую-то определенную площадь, определенный объем и т.п. Например; если это автомобили, то это - одна транспортная единица или пять транспортных единиц; если это листовая сталь, то один или 10 листов.

Расчет контрольных границ для с-карты:

Данные: m - количество выборок равного объема;

\tilde{n} - число дефектов в каждой выборке, при этом дефекты могут быть разного наименования, поэтому не np - это один вид дефекта;

$\tilde{n} = \frac{\sum c}{m}$ - среднее количество дефектных изделий (брака) на одну выборку;

$$UCL_{\tilde{n}}, LCL_{\tilde{n}} = \tilde{n} \pm 3\sqrt{\tilde{n}}$$

Если при расчете границ регулирования получается отрицательное значение, а это обычно LCL - нижняя граница, то она совпадает с осью абсцисс.

График с-карты:

ось абсцисс – номера выборок;

ось ординат – откладывают число дефектов (разных) в выборке - \tilde{n} ;

средняя линия – через \tilde{n} .

С помощью с-карты контролируется суммарное число дефектов на определенное количество изделий.

Контрольная карта u применяется в тех случаях, когда контролируемым параметром является число дефектов, обнаруживаемых среди непостоянных объемов некоторой продукции. Например, эти карты используют, когда подсчитывают число дефектов, приходящихся на продукцию с различной площадью, длиной, метражом, объемом, массой и т. п.

Расчет контрольных границ для u-карты:

Данные: m - количество выборок неравного объема;

\tilde{n} - число дефектов в каждой выборке, при этом дефекты могут быть одинаковые и различные;

n - объем выборки;

\bar{n} - среднее количество проконтролированных изделий на одну выборку, так как выборки неодинакового объема.

$u = \frac{c}{n}$ - доля дефектов на единицу объема каждой отдельной выборки;

$\bar{u} = \frac{\sum c}{\sum n}$ - среднее количество дефектов на единицу продукции, метраж;

$$UCL_u, LCL_u = \bar{u} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

Если при расчете границ регулирования получается отрицательное значение, а это обычно LCL - нижняя граница, то она совпадает с осью абсцисс.

График u-карты:

ось абсцисс – номера выборок;

ось ординат – откладывают долю дефектов на единицу объема - u ;

средняя линия – через \bar{u} .

С помощью u-карты контролируется число дефектов на единицу продукции (объема, метража).

Контрольные вопросы

- 1 Типы контрольных карт по качественному признаку.
- 2 Какие показатели контролируются с помощью контрольных карт по качественному признаку?
- 3 Расчет границ регулирования для контрольных карт.
- 4 Этапы построения контрольных карт.
- 5 Выводы, которые позволяют сделать контрольные карты по качественному признаку.

План работы

1 С помощью p -карты провести контроль процесса производства тортов по качеству украшения. Данные представлены в таблице 2.

2 С помощью np -карты провести контроль процесса формирования пельменей, выборки производили по 100 шт. в течение 25 дней. Данные представлены в таблице 3.

3 С помощью u – карты провести контроль качества печати информации на упаковке. Данные представлены в таблице 4.

4 При анализе карт показать выход точек за пределы границ регулирования, повышающие или понижающие тренды, серии и приближения точек к контрольным линиям, а также провести дополнительные линии, показывающие расстояние $\pm 2\delta$ от центральной линии.

5 Сделать вывод о статистической управляемости процессов.

Таблица 2 Контрольный листок данных для *p*-карты

Дата	<i>n</i>	<i>np</i> (дефекты украшения)	<i>p</i> , %
1.11	1500	51	
2.11	1850	48	
3.11	1902	86	
4.11	985	18	
6.11	1600	55	
7.11	1550	116	
8.11	1600	134	
9.11	1650	114	
10.11	1800	119	
11.11	1100	61	
13.11	1450	75	
14.11	1900	91	
15.11	2000	38	
16.11	1900	56	
17.11	1650	45	
18.11	1200	23	
20.11	1700	56	
21.11	1850	41	
22.11	2000	22	
23.11	1800	34	
24.11	1780	32	
26.11	1050	17	
27.11	1750	65	
28.11	1850	61	
29.11	1900	72	

Таблица 3 Контрольный листок данных для *np*- карты

Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>np</i> (дефекты пельменей)	4	2	0	5	3	2	4	3	2	6	1	4	1
Дата	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
<i>np</i> (дефекты пельменей)	0	2	3	1	6	1	3	3	2	0	7	3	

Таблица 4 Контрольный листок данных для u - карты

Номер выборки	n (размер печатных листов, м)	c (дефекты печати)	u
1	1,0	3	
2	1,0	4	
3	1,0	3	
4	1,0	2	
5	1,0	4	
6	1,5	7	
7	1,5	5	
8	1,5	6	
9	1,5	6	
10	1,5	4	
11	1,8	7	
12	1,8	9	
13	1,0	3	
14	1,0	2	
15	1,0	5	
16	1,0	3	
17	1,5	6	
18	1,5	6	
19	1,5	3	
20	1,5	6	

Задания для самостоятельного выполнения

1 По результатам построения и анализа всех контрольных карт (в том числе по количественному признаку) разработать планы корректирующих и предупреждающих мероприятий для достижения статистической управляемости изучаемых процессов.

2 Самостоятельно сформировать данные (типы возможных дефектов и вероятности их появления) для построения c -карты по примеру, приведенному в приложении В. Для этого выбрать любой продукт и зарегистрировать задание у ведущего преподавателя.

Тема № 6

Диаграммы разброса (рассеяния)

Цель работы: закрепление знаний, умений и навыков по проверке предположений о наличии связей между случайными величинами, описании этих связей и использовании в управлении качеством.

Общие положения

6.1 Корреляционный анализ

В управлении качеством диаграммы разброса или рассеяния служат для установления связей между признаками, обычно между показателями качества и факторами, на них влияющими. Для построения диаграмм разброса проводят корреляционный анализ, а при обнаружении достоверных связей рассчитывают их количественную характеристику, то есть проводят регрессионный анализ.

6.1.1 Корреляционный анализ – это метод суждения о существовании связей между случайными величинами с помощью диаграмм рассеивания и вычисления коэффициента корреляции.

Алгоритм построения диаграмм рассеивания:

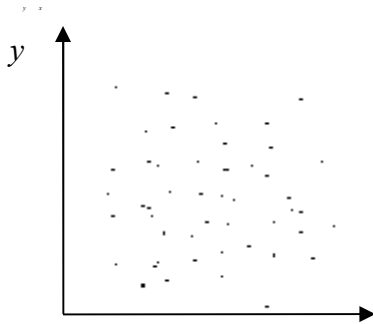
1. Собрать парные данные x и y , между которыми требуется найти наличие связи. Желательно иметь от 30 до 80 пар.

2. Выбрать масштаб шкал для вертикальной и горизонтальной осей, так чтобы две длины были примерно равны. Если одна переменная – фактор, а другая – характеристика качества, то для фактора необходимо выбрать горизонтальную ось, а для характеристики качества – вертикальную.

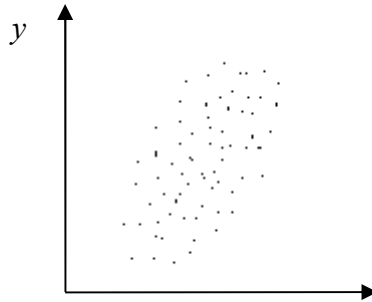
3. На отдельном листке бумаги строим оси координат и наносим данные.

4 При анализе диаграмм выявляем выбросы, и если они есть, то нужно выяснить причину несоответствий;

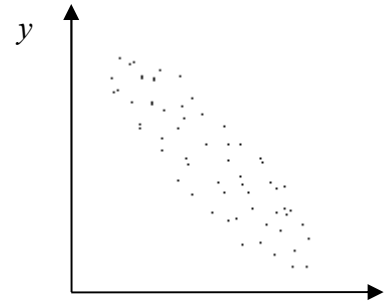
5. Исключить выбросы из корреляционного анализа.



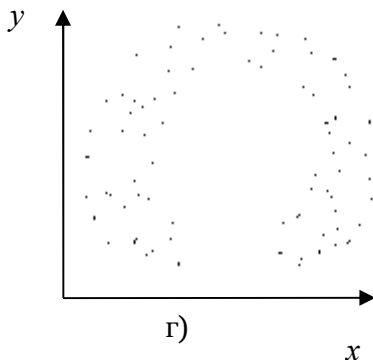
а) $r = 0$ x



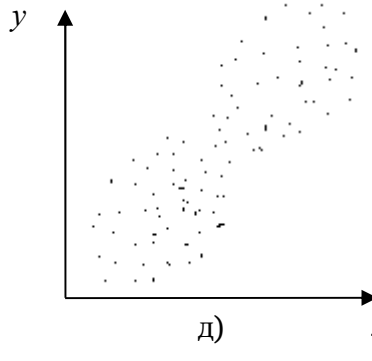
б) $r = +0,5-0,6$ x



в) $r = -0,7-0,8$ x



г) x



д) x

На рисунках представлены рассеивания, указывающие на отсутствие или наличие связи, а также на направление связи. На рисунках б и в имеется линейная связь, где величина y подчинена закону нормального распределения. На рисунках г и д связь есть, но y подчинена какому-то другому закону распределения и расчет выборочных характеристик в этом случае невозможен.

После построения диаграмм рассеивания для установления силы связей между двумя случайными величинами в количественном измерении высчитывают коэффициент корреляции r .

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}};$$

$$S_{xx} = \sum (x_i - \bar{x})^2 = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n};$$

$$S_{yy} = \sum (y_i - \bar{y})^2 = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n};$$

$$S_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n}$$

$$S_{xy} = \sum x_i y_i - \frac{(\sum x_i) \cdot (\sum y_i)}{n}$$

} ковариация

Если r в диапазоне от -1 до 0 , то связь отрицательная, если от $+1$ до 0 то связь положительная. Чем ближе r к $+1$ или -1 , тем сильнее связь. Если $r = 0$, то связи нет

Сила связи:

/0,2-0,4/ – слабая связь

/0,4-0,6/ – умеренная связь

/0,6-0,8/ – заметная

/0,8-1,0/ – высокая

Замечание: иногда между случайными величинами, не связанными вообще, появляется сильная корреляция, которая называется ложной. Даже если коэффициент корреляции высок – это

не совсем указывает на причинно-следственную связь. Так, например, была обнаружена высокая связь между индексом потребительских цен и числом случайных возгораний.

6.1.2 Ошибка коэффициента корреляции

r_{xy} – выборочный параметр, поэтому он используется с ошибкой для прогноза его величины и оценки достоверности выборочного параметра r .

Для оценки достоверности наличия связи коэффициента корреляции проводят следующие расчеты:

$$S_{r_{xy}} = \sqrt{\frac{1 - r_{xy}^2}{n - 2}}$$
$$t_{\text{расч.}} = \frac{r_{xy}}{S_{r_{xy}}}$$

Если $t_{\text{расч.}} > t_{\alpha, k}$ при взятом уровне значимости и числе степеней свободы, то связь достоверна. $t_{\alpha, k}$ находим по таблице в приложении Г.

6.2 Регрессионный анализ

Регрессионный анализ – это определение количественных характеристик связи между двумя величинами, отыскиваемых в виде линии регрессии. Предполагается, что y подчиняется закону нормального распределения, а x случайная величина. Уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$y = a + bx,$$

где $a - \text{const}$:

$$a = \bar{y} - b\bar{x};$$

b – коэффициент регрессии, рассчитываемый по формуле:

$$b = \frac{S_{xy}}{S_{xx}}$$

С помощью уравнения регрессии можно делать прогноз о качестве производимой продукции, тем самым управлять параметрами производства, находить наиболее оптимальные их значения и получать продукцию высокого качества.

Контрольные вопросы

- 1 Что представляет собой корреляционный анализ?
- 2 Этапы осуществления корреляционного анализа.
- 3 Какие особенности учитываются при анализе диаграмм рассеивания?
- 4 В каких пределах может быть определен коэффициент корреляции?
- 5 Объяснить направление связи.
- 6 Классификация силы связи в зависимости от значения коэффициента корреляции.
- 7 Проверка достоверности наличия связи.
- 8 Что представляет собой регрессионный анализ?
- 9 Расчет коэффициента регрессии.
- 10 Вид уравнения регрессии.

План работы

- 1 Провести корреляционный анализ взаимосвязи концентрации соли (%) в колбасных изделиях и балльной оценкой по вкусовым свойствам. Для расчета данных использовать таблицу 1.
- 2 Провести оценку достоверности наличия связи с уровнем значимости 0,01. Для расчетов использовать таблицу значений α -пределов $t_{\alpha, k}$ распределения Стьюдента в зависимости от числа степеней свободы $k = n - 2$ (прил. Г).

Задания для самостоятельного выполнения

- 1 При установлении наличия связи между вкусовыми свойствами колбас (балльная оценка) и концентрацией соли в них (%) провести регрессионный анализ.
- 2 Составить уравнение регрессии.
- 3 Построить линию регрессии.
- 4 Сделать выводы о важности данного анализа при производстве колбасных изделий.

Таблица 1 Данные по анализу взаимосвязи балльной оценки вкусовых свойств колбас и концентрации соли (%)

№ п/п	x_i	y_i	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$	$x_i y_i$	y
1	2,0	43				
2	2,4	46				
3	2,2	45				
4	2,3	44				
5	2,5	45				
6	2,8	48				
7	2,2	43				
8	2,7	47				
9	2,4	44				
10	2,3	45				
11	2,0	42				
12	2,2	44				
13	2,6	47				
14	2,1	44				
15	2,5	46				
16	2,7	47				
17	2,1	42				
18	2,6	48				
19	2,4	45				
20	2,1	43				
21	2,3	45				
22	2,2	43				
23	2,3	46				
24	2,4	47				
25	2,3	44				
26	2,4	45				
27	2,6	46				
28	2,5	42				
29	2,6	46				
30	2,4	46				
	$\Sigma =$	$\Sigma =$	$\Sigma =$	$\Sigma =$	$\Sigma =$	
	$\bar{x} =$	$\bar{y} =$				

Тема № 7

Метод стратификации (расслаивания)

Цель работы: закрепление знаний, умений и навыков по проведению метода разделения или расслаивания данных по различным признакам для установления причин несоответствий.

Данная тема выполняется студентом самостоятельно в виде подготовки реферата, презентации или доклада на лабораторном занятии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основной

1. Аристов, О. В. Управление качеством : учебник / О. В. Аристов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 224 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-016093-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1356164>

2. Магомедов, Ш. Ш. Управление качеством продукции : учебник / Ш. Ш. Магомедов, Г. Е. Беспалова. — 2-е изд., стер. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2020. - 334 с. - ISBN 978-5-394-03562-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093433>

Дополнительный

1. Дунченко, Н. И. Управление качеством в отраслях пищевой промышленности : учеб. пособие / Н. И. Дунченко, М. Д. Магомедов, А. В. Рыбин. - 4-е изд. - Москва : Дашков и К, 2017. - 212 с. - ISBN 978-5-394-01921-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/415066>

2. Логунова, О. С. Обработка экспериментальных данных на ЭВМ : учебник / О.С. Логунова, П.Ю. Романов, Е.А. Ильина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 377 с. — (Высшее образование: Аспирантура). — DOI 10.12737/1064882. - ISBN 978-5-16-015870-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1064882>.

3. Магер, В. Е. Управление качеством : учебное пособие / В.Е. Магер. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 176 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-014612-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1853773>

Литература, указанная в библиографическом списке, может быть использована студентами при выполнении контрольных и самостоятельных работ.

Приложение А

Варианты заданий по теме гистограммы

Вариант 1-4

Наименование продукции	кефир
Показатель измерения	отслоение сыворотки
Предельные значения	0,1-2
Объем выборки	50 шт.
Единица измерения	%.
Измерительный прибор	лабораторный анализ
Лицо, ответственное за измерение	(заполняется студентом)
Даты сбора информации	(заполняется студентом)

Вариант 1 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	0,22	0,87	0,9	0,55	1,52	0,62	1,2	0,6	1,27	1,43
11-20	0,61	1,34	1,19	1,18	0,88	2,12	0,81	1,08	0,92	1,44
21-30	0,85	0,34	0,12	0,76	0,5	1,07	1,07	1,14	1,37	1,67
31-40	0,78	1,09	1,31	1,25	1,55	0,04	0,99	1,15	1,34	1,78
41-50	1,61	0,41	0,58	0,94	0,77	1,1	1,08	1,21	1,41	1,82

Вариант 2 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	0,62	1,07	0,6	1,27	1,43	0,22	2,11	0,9	0,55	1,52
11-20	1,12	1,34	1,08	0,92	1,44	0,61	0,22	1,19	1,18	0,88
21-30	1,07	1,72	1,14	1,37	1,67	0,85	0,55	0,12	0,76	0,5
31-40	1,04	2,14	1,15	1,34	1,78	0,78	0,92	1,31	1,25	1,55
41-50	1,1	0,03	1,21	1,41	1,82	1,61	0,87	0,58	0,94	0,77

Вариант 3 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	0,03	0,55	1,52	1,2	0,22	0,87	0,62	0,54	1,27	1,43
11-20	0,32	1,18	0,88	0,81	0,61	1,34	1,12	1,12	0,92	1,44
21-30	0,72	0,76	0,5	1,07	0,85	0,34	1,07	1,34	1,37	1,67
31-40	0,02	1,25	1,55	0,99	0,78	1,09	1,04	2,12	1,34	1,78
41-50	0,42	0,94	0,77	1,08	1,61	0,41	1,1	0,01	1,41	1,82

Вариант 4 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	0,34	0,12	0,34	1,43	1,07	1,78	0,55	1,14	1,07	0,85
11-20	1,09	1,31	1,32	1,44	1,04	1,82	0,93	1,15	0,99	0,78
21-30	0,41	0,58	0,87	1,67	1,1	0,5	1,49	1,21	1,08	1,61
31-40	1,2	0,6	2,12	1,29	1,52	1,55	0,22	0,87	0,9	0,62
41-50	0,81	1,08	1,37	0,03	0,88	0,77	0,61	1,34	1,19	1,12

Вариант 5-8

Наименование продукции	колбаса вареная «Докторская»
Показатель измерения	масса батона
Предельные значения	500 ± 10 г
Единица измерения	г
Объем выборки	50 шт.
Измерительный прибор	весы
Лицо, ответственное за измерение	(заполняется студентом)
Даты сбора информации	(заполняется студентом)

Вариант 5 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	488,2	500,1	495,8	491,6	503,4	500,6	498,7	510,3	501,6	508,8
11-20	488,9	497,3	503,8	492,7	508,1	501,5	502,3	504,7	499,7	501,2
21-30	493,5	499,4	491,9	496,1	494,3	486,3	490,1	492,8	499,9	485,2
31-40	495,2	513,3	496,5	500,9	498,2	492,2	500,2	489,7	502,6	507,3
41-50	497,8	490,7	507,7	498,3	504,9	503,6	506,8	509,9	515,0	510,2

Вариант 6 Контрольный листок

Номер выбор- ки	Результаты измерений									
1-10	500,6	498,7	510,3	501,6	508,8	488,2	485,5	495,8	503,5	514,3
11-20	501,5	502,3	504,7	499,7	501,2	488,9	500,4	503,8	506,7	508,1
21-30	485,2	500,1	503,7	491,6	503,4	493,5	493,7	491,9	506,3	494,3
31-40	502,8	497,3	510,2	492,7	514,9	495,2	513,3	496,5	500,9	498,2
41-50	505,8	499,4	509,6	496,1	489,6	497,8	490,7	507,7	498,3	504,9

Вариант 7 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	493,6	491,6	499,7	500,6	498,7	510,3	501,6	508,8	490,2	500,1
11-20	510,2	492,7	514,2	501,5	502,3	504,7	499,7	501,2	497,7	497,3
21-30	500,3	496,1	503,8	488,2	489,9	495,8	485,1	503,4	506,5	499,4
31-40	496,5	500,9	498,2	488,9	492,3	503,8	507,8	508,1	495,2	513,3
41-50	507,7	498,3	504,9	493,5	509,6	491,9	514,6	494,3	497,8	490,7

Вариант 8 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	489,7	500,1	485,3	491,6	499,3	493,5	498,7	491,9	501,6	494,3
11-20	493,3	497,3	490,2	492,7	502,6	495,2	502,3	496,5	499,7	498,2
21-30	499,6	499,4	494,5	496,1	505,9	497,8	485,2	507,7	501,1	504,9
31-40	488,2	513,3	495,8	500,9	503,4	500,6	500,1	510,3	500,7	508,8
41-50	488,9	490,7	503,8	498,3	508,1	501,5	510,2	504,7	514,9	501,2

Вариант 9-12

Наименование продукции

сметана

Показатель измерения

массовая доля жира

Предельные значения

 $15 \pm 0,2$

Объем выборки

50 шт.

Единица измерения

%.

Измерительный прибор

прибор «Лактан»

Лицо, ответственное за измерение

(заполняется студентом)

Даты сбора информации

(заполняется студентом)

Вариант 9 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	14,96	14,71	14,84	14,99	15,17	15,03	15,05	15,24	15,25	14,90
11-20	15,07	15,06	14,91	15,01	15,30	14,78	14,95	15,09	15,78	15,18
21-30	14,97	14,76	15,01	15,22	14,92	14,93	15,06	15,14	15,15	15,19
31-40	15,08	14,86	15,11	15,35	15,40	15,16	15,03	14,98	15,28	15,10
41-50	15,02	14,94	15,12	15,13	15,04	15,29	14,72	15,09	15,27	15,20

Вариант 10 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	14,88	15,05	15,24	15,25	14,90	14,78	14,71	14,84	14,99	15,17
11-20	14,82	14,95	15,09	15,78	15,18	15,35	15,06	14,91	15,01	15,30
21-30	14,72	15,06	15,14	15,15	15,19	14,83	14,76	15,01	15,22	14,92
31-40	14,87	15,03	14,98	15,28	15,10	14,92	14,86	15,11	15,35	15,40
41-50	14,93	14,72	15,09	15,27	15,20	14,85	14,94	15,12	15,13	15,04

Вариант 11 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	14,84	14,99	15,17	15,03	15,04	15,24	15,25	14,90	14,96	14,71
11-20	14,91	15,01	15,30	14,78	14,75	15,09	15,78	15,18	15,07	15,36
21-30	15,01	15,22	14,92	14,93	14,96	15,14	15,15	15,19	14,97	15,06
31-40	15,11	15,35	15,40	15,16	14,72	14,98	15,28	15,10	15,08	14,76
41-50	15,12	15,13	15,04	15,29	15,37	15,09	15,27	15,20	15,02	14,82

Вариант 12 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	14,71	14,87	15,25	14,96	14,90	14,99	15,17	15,03	15,05	15,39
11-20	15,06	15,02	15,78	15,07	15,18	15,01	15,30	14,78	14,95	15,23
21-30	14,76	15,14	15,15	14,97	15,19	15,22	14,92	14,93	15,06	15,17
31-40	14,86	15,36	15,28	15,08	15,10	15,35	15,40	15,16	15,03	15,06
41-50	14,94	14,76	15,27	15,02	15,20	15,13	15,04	15,29	14,72	14,82

Вариант 13-16

Наименование продукции

сыр «Швейцарский»

Показатель измерения

массовая доля жира,

Предельные значения

48,4-51,6

Объем выборки

50 шт.

Единица измерения

%.

Измерительный прибор

жиромер

Лицо, ответственное за измерение

(заполняется студентом)

Даты сбора информации

(заполняется студентом)

Вариант 13 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	48,83	49,43	50,18	50,21	49,95	50,26	50,24	51,62	50,15	49,84
11-20	48,91	49,88	50,56	50,62	50,31	49,18	49,61	49,64	49,98	50,45
21-30	49,22	50,23	50,75	50,99	50,83	49,34	49,93	50,01	50,55	50,91
31-40	49,56	49,53	49,73	50,47	51,27	48,36	51,62	49,56	48,35	51,65
41-50	49,92	49,82	49,99	51,21	50,86	48,52	49,12	50,11	50,55	50,07

Вариант 14 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	50,26	50,24	51,62	50,15	49,84	48,83	49,43	50,18	50,21	49,95
11-20	49,18	49,61	49,64	49,98	50,45	48,91	49,88	50,56	50,62	50,31
21-30	49,34	49,93	50,01	50,55	50,91	49,22	50,23	50,75	50,99	50,83
31-40	48,36	51,62	49,61	48,35	51,65	49,56	49,53	49,73	50,47	51,27
41-50	49,01	49,17	50,37	50,93	51,11	49,92	49,82	49,99	51,21	50,86

Вариант 15 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	49,43	50,18	50,21	49,95	50,26	50,24	51,62	50,15	49,84	48,83
11-20	49,88	50,56	50,62	50,31	49,18	49,61	49,64	49,98	50,45	48,91
21-30	50,23	50,75	50,99	50,83	49,34	49,93	50,01	50,55	50,91	49,22
31-40	49,53	49,73	50,47	51,27	48,36	51,62	50,44	48,35	51,65	49,56
41-50	49,82	49,99	51,21	50,86	48,99	49,38	50,56	50,85	51,15	49,92

Вариант 16 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	50,24	51,62	48,83	49,43	50,18	49,84	50,83	49,18	50,99	50,15
11-20	49,61	49,64	50,21	49,95	49,22	50,45	51,27	49,34	50,47	49,98
21-30	49,93	50,01	50,62	50,31	49,56	50,91	50,23	50,75	48,36	50,55
31-40	51,62	49,65	51,21	50,86	49,92	50,53	49,53	49,73	48,36	48,35
41-50	49,56	49,88	48,91	50,56	50,26	50,04	49,82	49,99	49,88	50,63

Вариант 17-20

Наименование продукции	<i>творог</i>
Показатель измерения	<i>температура сквашивания</i>
Предельные значения	<i>26-28</i>
Объем выборки	<i>50 шт.</i>
Единица измерения	<i>° С</i>
Измерительный прибор	<i>термометр</i>
Лицо, ответственное за измерение	<i>(заполняется студентом)</i>
Даты сбора информации	<i>(заполняется студентом)</i>

Вариант 17 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	25,0	26,1	25,3	25,2	28,4	28,6	26,8	26,9	27,1	28,1
11-20	25,8	26,7	25,7	25,9	28,0	27,4	27,6	27,7	27,8	29,9
21-30	26,4	27,5	26,6	26,5	28,7	25,1	25,8	26,1	25,9	28,1
31-40	27,2	28,3	27,4	27,3	30,0	26,6	27,1	26,8	27,9	28,2
41-50	28,0	26,0	27,5	27,2	27,3	27,2	27,5	27,7	29,1	29,6

Вариант 18 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	28,6	26,8	26,9	27,1	28,1	25,0	26,1	25,3	25,2	28,4
11-20	27,4	27,6	27,7	27,8	29,9	25,8	26,7	25,7	25,9	28,0
21-30	25,3	25,9	26,1	26,2	26,5	26,4	27,5	26,6	26,5	28,7
31-40	27,0	27,2	28,1	27,9	28,1	27,2	28,3	27,4	27,3	30,0
41-50	28,4	28,6	29,1	29,5	28,9	28,0	26,0	27,5	27,2	27,3

Вариант 19 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	26,9	27,1	28,1	25,0	26,1	28,6	26,8	25,3	25,2	28,4
11-20	27,7	27,8	29,9	25,8	26,7	27,4	27,6	25,7	25,9	28,0
21-30	26,6	27,0	27,2	26,4	27,5	25,8	26,3	26,6	26,5	28,7
31-40	28,9	28,9	28,4	27,2	28,3	27,3	27,6	27,4	27,3	30,0
41-50	29,1	29,8	29,3	28,0	26,0	28,6	28,7	27,5	27,2	27,3

Вариант 20 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	25,2	28,4	28,6	25,0	27,1	26,1	25,3	28,1	26,8	26,9
11-20	25,9	28,0	27,4	25,8	27,8	26,7	25,7	29,9	27,6	27,7
21-30	26,5	28,7	25,8	26,4	27,5	27,5	26,6	27,1	26,5	27,1
31-40	27,3	30,0	27,7	27,2	28,9	28,3	27,4	29,9	28,8	29,1
41-50	27,2	27,3	28,1	28,0	28,3	26,0	27,5	29,6	28,7	27,9

Вариант 20-24

Наименование продукции

йогурт

Показатель измерения

массовая доля белка

Предельные значения

3,2 - 3,5

Объем выборки

50 шт.

Единица измерения

%.

Метод анализа

по ГОСТ 23327

Лицо, ответственное за измерение

(заполняется студентом)

Даты сбора информации

(заполняется студентом)

Вариант 21 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	3,06	3,38	3,20	3,31	3,28	3,28	3,32	3,34	3,32	3,52
11-20	3,16	3,27	3,41	3,24	3,08	3,02	3,35	3,35	3,40	3,58
21-30	3,47	3,23	3,12	3,15	3,35	3,32	3,44	3,37	3,50	3,53
31-40	3,40	3,40	3,37	3,27	3,25	3,29	3,25	3,03	3,63	3,42
41-50	3,41	3,31	3,36	3,36	3,00	3,65	3,23	3,29	3,48	3,30

Вариант 22 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	3,23	3,02	3,38	3,04	3,31	3,28	3,28	3,32	3,32	3,44
11-20	3,39	3,12	3,27	3,41	3,24	3,06	3,16	3,35	3,35	3,63
21-30	3,47	3,47	3,23	3,13	3,15	3,35	3,32	3,44	3,37	3,42
31-40	3,41	3,40	3,40	3,37	3,27	3,25	3,29	3,25	3,33	3,51
41-50	3,32	3,41	3,31	3,36	3,36	3,00	3,65	3,21	3,30	3,34

Вариант 23 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	3,52	3,28	3,32	3,02	3,38	3,04	3,25	3,31	3,28	3,16
11-20	3,43	3,30	3,35	3,15	3,27	3,35	3,41	3,24	3,20	3,47
21-30	3,62	3,32	3,44	3,47	3,23	3,37	3,14	3,32	3,35	3,60
31-40	3,48	3,29	3,25	3,40	3,40	3,33	3,37	3,27	3,25	3,50
41-50	3,12	3,65	3,51	3,41	3,31	3,54	3,36	3,36	3,00	3,40

Вариант 24 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	3,17	3,31	3,53	3,38	3,41	3,01	3,28	3,28	3,32	3,34
11-20	3,41	3,24	3,58	3,27	3,52	3,16	3,15	3,12	3,35	3,35
21-30	3,20	3,21	3,51	3,23	3,40	3,47	3,35	3,32	3,44	3,37
31-40	3,37	3,27	3,42	3,40	3,49	3,40	3,25	3,29	3,25	3,33
41-50	3,36	3,36	3,48	3,31	3,62	3,41	3,00	3,65	3,36	3,30

Вариант 25-28

Наименование продукции	<i>рыбные консервы</i>
Показатель измерения	<i>содержание масла</i>
Предельные значения	<i>7-14,5</i>
Объем выборки	<i>50 шт.</i>
Единица измерения	<i>%.</i>
Измерительный прибор	<i>жиромер</i>
Лицо, ответственное за измерение	<i>(заполняется студентом)</i>
Даты сбора информации	<i>(заполняется студентом)</i>

Вариант 25 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	6,0	7,1	10,6	10	7,7	8,9	12,7	11,2	11,1	11,5
11-20	6,5	8,1	10,8	11,4	10,2	10,1	14,7	12	11,9	8,4
21-30	15,5	9,3	10,3	12,4	1,07	10,4	10,5	9	13,6	12,3
31-40	7,5	10,4	10,5	13,5	11,3	11,9	10,9	12,9	10,9	13,5
41-50	16,0	11,5	12,5	9,7	8,1	10,8	12,3	9,2	11,3	14,2

Вариант 26 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	9,5	12,7	11,2	11,1	11,9	6,0	7,1	10,6	10	6,6
11-20	11,3	14,7	12	11,9	15,5	7,5	8,1	10,8	11,4	8,3
21-30	13,0	10,5	9	13,6	10,8	8,9	9,3	10,3	12,4	13,5
31-40	8,6	10,9	12,9	10,9	14,2	10,5	10,4	10,5	13,5	15,9
41-50	13,8	12,3	9,2	11,3	6,2	16,0	11,5	12,5	9,7	9,7

Вариант 27 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	7,1	10,6	10	10,5	12,7	6,0	7,8	11,2	11,1	8,5
11-20	8,1	10,8	11,4	8,3	14,7	7,6	9,2	12	11,9	11,3
21-30	9,3	10,3	12,4	15,8	10,5	9,0	10,1	9	13,6	11,9
31-40	10,4	10,5	13,5	12,8	10,9	12,5	11,4	12,9	10,9	15,7
41-50	11,5	12,5	9,7	14,3	12,3	16,0	13,9	9,2	11,3	6,7

Вариант 28 Контрольный листок

Номер выборки	Результаты измерений									
1-10	11,1	13,3	6,0	7,1	10,6	10	10,8	12,7	6,3	11,2
11-20	11,9	11,3	7,8	8,1	10,8	11,4	14,2	14,7	7,7	12
21-30	13,6	15,5	11,2	9,3	10,3	12,4	11,9	10,5	9,3	9
31-40	10,9	13,7	8,3	10,4	10,5	13,5	13,8	10,9	12,7	12,9
41-50	11,3	6,5	16,0	11,5	12,5	9,7	10,1	12,3	10,9	9,2

Приложение Б
Коэффициенты для вычисления линий контрольных карт

n	Коэффициенты для вычисления контрольных границ								Коэффициенты для вычисления центральной линии			
	A_2	\tilde{A}_2	A_3	D_3	D_4	B_3	B_4	m_3	C_4	$1/C_4$	d_2	$1/d_2$
2	1,880	1,880	2,659	-	3,267	-	3,267	1,000	0,7979	1,2533	1,128	0,8865
3	1,023	1,187	1,954	-	2,574	-	2,568	1,160	0,8862	1,1284	1,693	0,5907
4	0,729	0,796	1,682	-	2,282	-	2,286	1,092	0,9213	1,0854	2,059	0,4857
5	0,577	0,691	1,427	-	2,114	-	2,089	1,198	0,9400	1,0638	2,326	0,4299
6	0,483	0,548	1,287	-	2,004	0,030	1,970	1,135	0,9515	1,0510	2,534	0,3946
7	0,419	0,508	1,182	0,076	1,294	0,118	1,882	1,214	0,9594	1,0423	2,704	0,3698
8	0,373	0,433	1,099	0,136	1,864	0,185	1,815	0,160	0,9650	1,0363	2,847	0,3512
9	0,337	0,412	1,032	0,184	1,816	0,239	1,761	0,223	0,9693	1,0317	2,970	0,3367
10	0,308	0,362	0,975	0,223	1,776	0,284	1,716	0,177	0,9727	1,0281	3,078	0,3249
11	0,285	-	0,927	0,256	1,744	0,321	1,679		0,9754	1,0252	3,173	0,3152
12	0,266	-	0,886	0,283	1,717	0,354	1,646		0,9776	1,0229	3,258	0,3069
13	0,249	-	0,850	0,307	1,693	0,382	1,618		0,9794	1,0210	3,336	0,2998
14	0,235	-	0,817	0,328	1,627	0,406	1,594		0,9810	1,0194	3,407	0,2935
15	0,223	-	0,789	0,347	1,653	0,428	1,572		0,9823	1,0180	3,472	0,2880
16	0,212	-	0,763	0,363	1,637	0,448	1,552		0,9835	1,0168	3,532	0,2831
17	0,203	-	0,739	0,379	1,622	0,466	1,534		0,9845	1,0157	3,588	0,2784
18	0,194	-	0,718	0,391	1,608	0,482	1,518		0,9854	1,0148	3,640	0,2747
19	0,187	-	0,698	0,403	1,597	0,497	1,503		0,9862	1,0140	3,689	0,2711
20	0,180	-	0,680	0,415	1,585	0,510	1,490		0,9869	1,0133	3,735	0,2677
21	0,173	-	0,663	0,425	1,575	0,523	1,477		0,9876	1,0126	3,778	0,2647
22	0,167	-	0,647	0,434	1,566	0,534	1,466		0,9882	1,0119	3,819	0,2618
23	0,162	-	0,633	0,443	1,557	0,545	1,455		0,9887	1,0114	3,858	0,2592
24	0,157	-	0,619	0,451	1,548	0,555	1,445		0,9892	1,0109	3,895	0,2567
25	0,153	-	0,606	0,459	1,541	0,565	1,435		0,9896	1,0105	3,931	0,2544

Приложение В

Пример контрольной с - карты

1 Информационные данные:

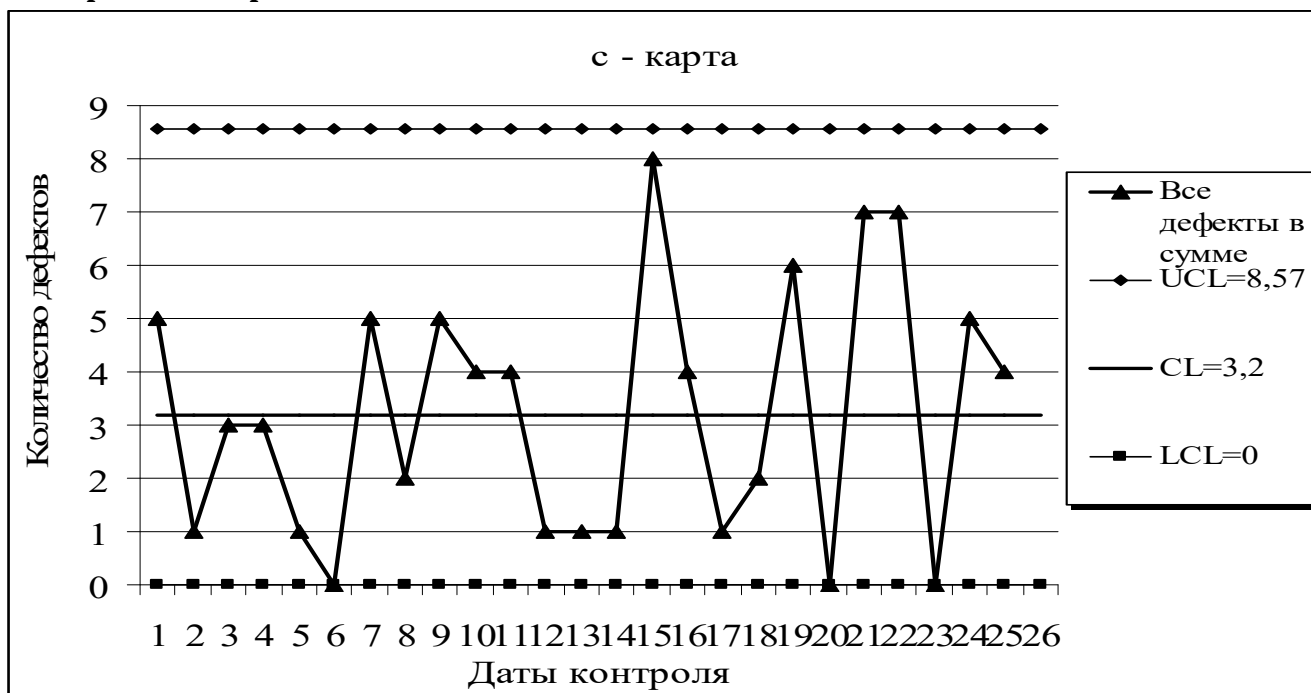
Тип контрольной карты	с - карта
Наименование продукта	кефир
Показатель измерения	дефекты
Предельные значения	> 10%
Объем выборки	25 шт.
Период сбора информации	25 дней
Единица измерения	шт.
Измерительный прибор	визуально
Лицо, ответственное за измерение	ф.и.о. студента
Даты сбора информации	дата выполнения задания

2 Контрольный листок

Тип дефекта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Σ
Повышен. кислотность	/									/				/	//		/	/			//		/			10
Нарушение температур. режима							//		//						///			/					/			9
Неоднородная консистенция			/							/												/		/		4
Несвойственный вкус	/			//	/					/			/		/			//		//	/		/			13
Дефект упаковки		/							///						//					//	/					9
Отслоение сыворотки										//	/			/			/								/	6
Прогорклый привкус	/		//	/			///							/			/				//					11
Хлопьевидная консистенция										//								//						/		5
Прочие	//							//		/					//					///				///		13
Итого	5	1	3	3	1	0	5	2	5	4	4	1	1	1	8	4	1	2	6	0	7	7	0	5	4	80

3 Расчет границ регулирования

4 Контрольная карта



5 Выводы

Приложение Г
Значения α -пределов $t_{\alpha, k}$ распределения Стьюдента в
зависимости от числа степеней свободы

k	α					
	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,001
1	6,314	12,706	25,452	63,657	127,300	636,600
2	2,920	4,303	6,205	9,925	14,089	31,600
3	2,353	3,182	4,177	5,841	7,453	12,922
4	2,132	2,776	3,495	4,604	5,597	8,610
5	2,015	2,571	3,163	4,032	4,773	6,869
6	1,943	2,447	2,969	3,707	4,317	5,959
7	1,895	2,365	2,841	3,499	4,029	5,408
8	1,860	2,306	2,752	3,355	3,833	5,041
9	1,833	2,262	2,685	3,250	3,690	4,781
10	1,712	2,228	2,634	3,169	3,581	4,587
12	1,782	2,179	2,560	3,055	3,428	4,318
14	1,761	2,145	2,510	2,977	3,326	4,140
16	1,746	2,120	2,473	2,921	3,252	4,015
18	1,734	2,101	2,445	2,878	3,193	3,922
20	1,725	2,086	2,423	2,845	3,153	3,849
22	1,717	2,074	2,405	2,819	3,119	3,792
24	1,711	2,064	2,391	2,797	3,092	3,745
26	1,706	2,056	2,379	2,779	3,067	3,704
28	1,701	2,048	2,369	2,763	3,047	3,674
30	1,697	2,042	2,360	2,750	3,030	3,646
∞	1,645	1,960	2,241	2,576	2,807	3,291

Составитель
Ленивкина Ирина Анатольевна

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

ПРАКТИКУМ
для лабораторных занятий
«Семь простых инструментов контроля качества»

Редактор

Компьютерная верстка И.А. Ленивкина

Подписано в печать _____ г.
Формат 60×84 ¹/₁₆. Объем уч. - изд. л. _____ усл. печ. л. _____
Тираж _____ экз. Изд. № _____. Заказ № _____.

Отпечатано в издательстве НГАУ «Золотой колос»
630039, РФ, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, офис 106
Тел. факс (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru