

**ГОУВПО  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические рекомендации  
по организации самостоятельной работы студентов к  
учебной дисциплине вариативной части  
профессионального цикла дисциплин по выбору ВУЗа  
ГОС ВПО по направлению подготовки магистра  
27.04.02 «Управление качеством»**

**«Статистические методы диагностики продукции и  
технологических процессов»**

Донецк,

**ГОУВПО  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические рекомендации  
по организации самостоятельной работы студентов к  
учебной дисциплине вариативной части  
профессионального цикла дисциплин по выбору ВУЗа  
ГОС ВПО по направлению подготовки магистра  
27.04.02 «Управление качеством»**

**«Статистические методы диагностики продукции и  
технологических процессов»**

Рассмотрено  
на заседании кафедры  
«Управление качеством»  
протокол № 2 от «14» «09» 2016 г.

Утверждено на заседании  
учебно-издательского  
Совета ДонНТУ  
Протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » « \_\_\_\_\_ » 20\_\_ г

Донецк, 20\_\_

УДК 65.012 (075.8)

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов к учебной дисциплине вариативной части профессионального цикла дисциплин по выбору ВУЗа «Статистические методы диагностики продукции и технологических процессов» для студентов дневной (заочной) формы обучения по направлению подготовки магистра 27.04.02 «Управление качеством» / Сост. Е.В.Мирошниченко. - Донецк: ДонНТУ, 2016г.- 24 с.

В методических рекомендациях изложены материалы, которые могут быть полезны студенту при самостоятельном рассмотрении теоретического материала учебной дисциплины вариативной части профессионального цикла дисциплин по выбору ВУЗа «Статистические методы диагностики продукции и технологических процессов» для студентов дневной (заочной) формы обучения по направлению подготовки магистра 27.04.02 «Управление качеством».

В методических рекомендациях изложены учебная программа курса, перечень вопросов к экзамену, контрольных вопросов и тестовые вопросы для подготовки к экзамену студентов дневной (заочной) формы обучения по дисциплине «Статистические методы диагностики продукции и технологических процессов».

Приведен перечень ссылок для успешного усвоения изучаемой дисциплины.

Составители:

к.э.н., доцент Мирошниченко Е.В.

Рецензент:

Ответственный за выпуск

© Донецкий национальный  
технический университет  
© Мирошниченко Е.В.

## ВВЕДЕНИЕ

Качество продукции – важнейший показатель конкурентоспособности предприятия. 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.

Применение статистических методов позволяет с заданной точностью и достоверностью судить о состоянии исследуемых явлений (объектов, процессов) в системе качества; прогнозировать и регулировать возникновение проблем в области качества; вырабатывать оптимальные управленческие решения, не на основе эмоций, ощущений и интуиции, а на основе изучения фактических данных, тенденций и закономерностей.

Контрольные карты Шухарта – это инструмент, позволяющий контролировать состояние процесса во времени. В отличие от рассмотренных в предыдущих практических работах методов, контрольные карты позволяют предупреждать возникновение несоответствий, предпринимать корректирующие действия, прежде всего к процессам, а не к продукции.

Основанием для разработки методических рекомендаций по организации самостоятельной работы студентов к учебной дисциплине вариативной части профессионального цикла дисциплин по выбору ВУЗа «Статистические методы диагностики продукции и технологических процессов» является ООП подготовки магистра по направлению 27.04.02 «Управление качеством».

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов к учебной дисциплине вариативной части профессионального цикла дисциплин по выбору ВУЗа «Статистические методы диагностики продукции и технологических процессов» разработаны на основе:

учебного плана подготовки магистра по направлению 27.04.02 «Управление качеством»;

рабочей программы учебной дисциплины «Статистические методы диагностики продукции и технологических процессов».

Основными задачами методических рекомендаций по организации самостоятельной работы студентов является ознакомление студентов с программой курса, перечнем вопросов для проверки знаний на экзамене, тестовыми заданиями для самостоятельной работы студентов дневной (заочной) формы обучения, чтобы подготовиться к экзамену, возможными видами самостоятельной работы и критериями оценивания знаний.

## I ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Статистические методы диагностики продукции и технологических процессов» подготовит студентов к решению практических задач, связанных с использованием статистических методов анализа производственных процессов, разработкой и совершенствованием методов обеспечения и управления качеством продукции и услуг.

### 1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины – получение знаний о принципах и практических приемах статистического контроля и управления качеством промышленной продукции, технологических процессов и услуг. Для достижения этой цели необходимо рассмотреть вопросы организации статистического контроля, определения параметров выборочных планов, выбора оптимального инструмента управления качеством, расчета точности и устойчивости реализации технологических процессов.

Задачи дисциплины - решение практических задач, связанных с использованием статистических методов анализа производственных процессов, разработкой и совершенствованием методов обеспечения и управления качеством продукции и услуг.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать принципы статистического сопровождения систем качества, рекламационной работы и анализа причин нарушений технологии производства, осуществления контроля за испытаниями готовой продукции и поступающих на предприятие материальных ресурсов, внедрения современных методов и средств измерений, контроля за изготовлением и испытаниями стандартизованных и унифицированных изделий;

уметь прогнозировать технико-экономические показатели развития производства и конкурентоспособность создаваемой продукции. Использовать карты Шухарта при диагностики продукции и технологических процессов; обрабатывать, анализировать, обобщать и систематизировать полученную информацию; делать выводы и строить на основании её прогнозы.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций: к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-1); ставить и решать прикладные исследовательские задачи в профессиональной деятельности, проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований, сравнивать новые экспериментальные данные с принятыми моделями для проверки их адекватности и при необходимости предлагать решения для улучшения моделей (ОК-4); использовать знание методов и теорий гуманитарных, социальных и экономических наук при осуществлении экспертных и аналитических работ (ОК-6); формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки (ОПК-1); к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОПК-2); применять современные методы исследования, оценивать и представлять ре-

зультаты выполненной работы (ОПК-6); идентифицировать основные процессы и участвовать в разработке их рабочих моделей (ОПК-7); участвовать в проведении корректирующих и предупредительных мероприятий, направленных на улучшение качества (ОПК-8); использовать статистические методы в задачах управления качеством продукции, производственных процессов, услуг, проводить корректирующие и предупредительные мероприятия, направленные на улучшение качества за счет исследования причин появления некачественной продукции, устранять причины низкого качества продукции и управлять несоответствующей продукцией (ПК-1); проводить оценку качества продукции, услуг, процессов и измерений, уметь организовывать современный контроль и испытание продукции, обеспечивать эффективность измерений при управлении процессами на всех этапах жизненного цикла продукции (ПК-2); прогнозировать динамику, тенденции развития объекта, процесса, задач, проблем и их систем, пользоваться для этого формализованными моделями, методами (ПК-3); внедрять информационные и современные технологии менеджмента качества в деятельность предприятия, разрабатывая метрологическое обеспечение проектирования, производства, эксплуатации и утилизации продукции, методы и средства повышения безопасности и экологичности (ПК-4); осуществлять контроль за испытанием готовой продукции и поступающими на предприятие материальными ресурсами, внедрением современных методов и средств измерений, испытаний и контроля (ПК-11); участвовать в программах обеспечения надежности и освоения новой продукции и технологий, организовывать работу по защите интеллектуальной собственности, разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности на предприятии с оценкой рисков при освоении новой продукции и технологий (ПК-13); осуществлять постановку задачи исследования, сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, формируя план ее реализации (ПК-17); выбирать существующие или разрабатывать новые эффективные методы, принципы, технологии, средства решения задачи и рекомендации по практическому использованию полученных результатов (ПК-18); проводить разработку физических и математических моделей в области управления качеством, метрологии, стандартизации, технического регулирования и сертификации с использованием проблемно-ориентированных методов анализа, синтеза и оптимизации (ПК-19); подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований, защищать права на объекты интеллектуальной собственности (ПК-20).

## 2 ПРОГРАММА КУРСА

### Тема 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ

1. Статистическое управление процессами.
2. Элементы системы статистического управления процессами.

### Тема 2. КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ

1. Контрольные карты.
2. Контрольные карты Шухарта.

### Тема 3. КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ

1. Контрольные карты для количественных данных.
2. Интерпретация данных.

### Тема 4. КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ ДЛЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ

### Тема 5. ПРОЦЕДУРА ПОСТРОЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ НА ПРАКТИКЕ

1. Этапы построения ККШ.
2. Практический пример управления процессом с помощью контрольных карт.

### Тема 6. ВЫГОДЫ ОТ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ

## 3 РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ

### 3.1 Контрольные карты Шухарта. Основные понятия

Контрольная карта Шухарта представляет собой график средство, который используют для представления статистической меры, полученной по количественным или альтернативным данным.

Для карт Шухарта необходимы данные, получаемые выборочно из процесса через приблизительно равные интервалы. Интервалы могут быть заданы либо по времени (например, каждый час), либо по количеству продукции (каждая партия). Обычно данные представляют собой выборки или подгруппы, состоящие из однотипных единиц продукции или услуг, с одними и теми же контролируемыми показателями и равными объемами подгрупп. Для каждой подгруппы определяют одну или несколько характеристик, таких как среднее арифметическое  $\bar{X}$ , размах  $R$ , стандартное отклонение  $s$  или счетную характеристику, такую как доля единиц продукции заданного класса.

Контрольная карта Шухарта - это график значений заданной характеристики подгруппы в соответствии с номером подгруппы. Карта имеет центральную линию (CL), соответствующую опорному значению характеристики. При определении состояния статистической управляемости процесса в качестве опорного значения обычно используют среднее арифметическое используемого статистического показателя. При управлении процессом опорным значением может быть значение характеристики, установленное в технических условиях, значение, основанное на предыдущей информации о процессе, находившемся в управляемом состоянии, или намеченное целевое значение характеристики продукции или услуги.

Карта Шухарта имеет две статистически определяемые контрольные границы, расположенные по обе стороны от центральной линии, которые называются верхней контрольной границей ( $U_{CL}$ ) и нижней контрольной границей ( $L_{CL}$ ) (см. рисунок 1).

Контрольные границы на карте Шухарта находятся на расстоянии  $3\sigma$  по обе стороны от центральной линии, где  $\sigma$  - известное стандартное отклонение совокупности или его оценка. Шухарт принял решение использовать контрольные границы на расстоянии  $3\sigma$  от центральной линии, учитывая экономические соображения относительно баланса затрат на поиск проблем процесса, когда такие проблемы не существуют, и невыявление проблем, когда функционирование процесса не соответствует требованиям. Расположение границ слишком близко к центральной линии может привести к ложному обнаружению большого количества проблем (реально не существующих), а расположение границ слишком далеко друг от друга увеличивает риск ложного необнаружения проблем (реально имеющих место). Если статистика подчиняется нормальному



распределению, границы на расстоянии  $\pm 3\sigma$  от центральной линии показывают, что приблизительно 99,7% значений статистики попадут в эти пределы при условии, что процесс находится в статистически управляемом состоянии. Другими словами, вероятность того, что точка на карте окажется вне контрольных границ, когда процесс стабилен, равна приблизительно 0,003 (или в среднем три на тысячу случаев). Слово "приблизительно" использовано потому, что отклонения от предположений, таких как вид распределения исходных данных, оказывают влияние на значения вероятности. Фактически, выбор  $k$  при определении контрольных границ ( $\pm k\sigma$ ) вместо  $\pm 3\sigma$  зависит от соотношения затрат на исследование и выполнение необходимых действий и затрат, понесенных вследствие неосуществления действий.

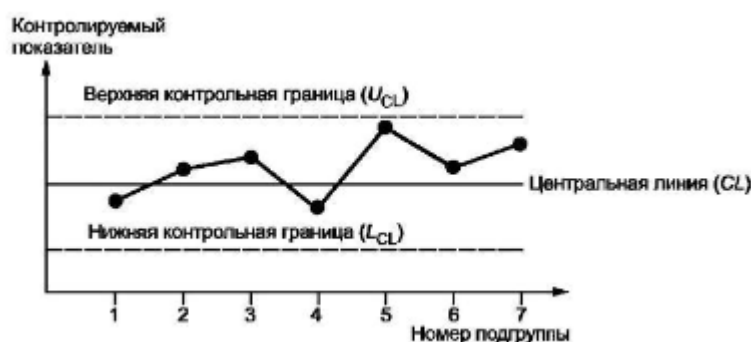


Рисунок 1 - Общий вид контрольной карты"

Некоторые практики предпочитают вместо множителя, равного 3, использовать значение 3,09 для обеспечения вероятности 0,001 (в среднем одно ошибочное наблюдение на тысячу), но Шухарт выбрал число 3, чтобы избежать попыток учета значения вероятностей. Аналогично в некоторых случаях при меняют фактические значения вероятностей для карт, основанных на распределениях, отличных от нормального, таких как карты размахов и долей несоответствий. В карте Шухарта использованы границы на расстоянии  $\pm 3\sigma$  с акцентом на эмпирической интерпретации.

Вероятность нарушения границ, вызванного случайностью события, а не реальным изменением процесса, предполагается столь малой, что при появлении точки вне этих границ следует предпринять определенные действия. Так как действия предпринимают именно в этой точке, то контрольные границы уровня  $3\sigma$  иногда называются "границами действий".

Часто на контрольной карте границы проводят еще и на расстоянии  $\pm 2\sigma$ . Тогда любое выборочное значение, попадающее за границы  $\pm 2\sigma$ , может служить предупреждением о приближающемся выходе процесса из состояния статистической управляемости. Поэтому границы  $\pm 2\sigma$  иногда называют "предупреждающими". Несмотря на то, что действия не требуются, некоторые пользователи предпочитают немедленно отобрать другую подгруппу того же самого объема для определения необходимости корректирующих действий.

При определении состояния процесса с использованием контрольных карт возможны ошибки двух типов. Ошибка первого рода возникает в ситуации, когда процесс находится в статистически управляемом состоянии, а точка выходит за контрольные границы. В результате принимают ошибочное решение о том, что процесс вышел из состояния статистической управляемости. Возникают затраты на поиск причин несуществующей проблемы.

Ошибка второго рода возникает, когда рассматриваемый процесс не находится в статистически управляемом состоянии, а точки выборочных значений случайно оказываются внутри контрольных границ. В этом случае принимают ошибочное решение о том, что процесс находится в статистически управляемом состоянии. Такая ошибка может вызвать существенные затраты, связанные с необнаружением изменений положения или изменчивости процесса, результатом чего может быть изготовление несоответствующей продукции. Вероятность ошибки второго рода является функцией трех факторов: ширины зоны между контрольными границами, степени неуправляемости процесса и объема выборки. Обычно масштаб изменений процесса не может быть известен, поэтому мало что можно сказать о значении величины этой ошибки.

Поскольку в общем случае нецелесообразно выполнять анализ риска и затрат, связанных с ошибкой второго рода, система контрольных карт Шухарта разработана для работы с ошибкой первого рода. В случае нормального распределения с контрольными границами на уровне  $3\sigma$ , значение ошибки первого рода равно 0,003. Другими словами, ошибка происходит в среднем только 3 раза из 1000, если процесс находится в состоянии статистической управляемости.

Фактически выбор  $k$  (количества сигм) вместо  $3\sigma$  влияет на необходимые затраты при принятии решения о состоянии процесса.

Если процесс находится в статистически управляемом состоянии, контрольные карты реализуют метод непрерывной статистической проверки нулевой гипотезы о том, что процесс не изменился и остается стабильным. Поскольку на этапе 1 часто существует неопределенность в таких вопросах, как распределение вероятностей исследуемой характеристики, а установленные допустимые отклонения характеристики процесса от целевого значения обычно не определены, то контрольную карту Шухарта не следует, в строгом смысле, рассматривать как инструмент проверки гипотез. Уолтер Шухарт подчеркивал эмпирическую полезность контрольной карты для выявления выхода процесса из состояния статистической управляемости (стабильности) и сократил роль вероятностных интерпретаций.

Когда наблюдаемое значение оказывается за любой из контрольных границ или серия значений демонстрирует необычную структуру (см. [раздел 8](#)), далее нельзя считать, что процесс находится в состоянии статистической управляемости. В этом случае необходимо исследовать и обнаружить неслучайные (специальные) причины, а процесс может быть остановлен или перенастроен. Как только особые причины выявлены и исключены, процесс снова пригоден к продолжению работы. Как сказано выше, в редких случаях можно не

найти никакой особой причины. Тогда считают, что произошло достаточно редкое случайное событие, приведшее к выходу точки за контрольную границу, хотя сам процесс находится в статистически управляемом состоянии.

Если процесс впервые должен быть изучен с целью достижения состояния статистической управляемости, часто необходимо использовать ранее полученные данные наблюдений за процессом или по лучить новые данные до построения контрольной карты. Этот этап, в процессе которого устанавливают параметры контрольной карты, часто называют этапом 1. Должно быть собрано достаточно данных для получения достоверных оценок для построения центральной линии и контрольных границ контрольных карт. Контрольные границы, установленные на этапе 1, считаются пробными границами, поскольку они основаны на данных, собранных в условиях, когда процесс, возможно, не находился в состоянии статистической управляемости. Идентификация причин появления сигналов на контрольной карте на данном этапе может быть достаточно трудной задачей из-за недостатка информации о предыдущих изменениях характеристик процесса. Однако, если специальные причины вариации процесса идентифицированы и приняты меры по ликвидации их воздействия, ретроспективные данные о процессе, полученные под влиянием специальной причины, должны быть удалены и параметры контрольной карты должны быть пересчитаны. Эту итеративную процедуру продолжают до тех пор, пока пробная контрольная карта не покажет отсутствие сигналов и, следовательно, процесс можно рассматривать как управляемый, а значит - стабильный и предсказуемый. Поскольку некоторые данные могут быть удалены из рассмотрения на этапе 1, пользователю, вероятно, придется получить дополнительные данные о процессе для обеспечения достоверности оценок параметров.

Как только состояние статистической управляемости процесса достигнуто, центральная линия и контрольные границы контрольной карты, полученные на этапе 1, становятся параметрами контрольной карты для последующего мониторинга процесса. Цель теперь состоит в том (эту стадию работы с контрольными картами называют - этап 2), чтобы поддерживать процесс в состоянии статистической управляемости, а также обеспечивать быструю идентификацию специальных причин, которые могут время от времени воздействовать на процесс. Следует признать, что переход от этапа 1 к этапу 2 может быть трудным и длительным. Он крайне важен, так как неудача при устранении специальных причин приводит к повышенной оценке изменчивости процесса. В этом случае зона между контрольными границами контрольной карты окажется слишком широкой, что может приводить к невыявлению наличия специальных причин изменчивости.

### **3.2 Типы контрольных карт**

Контрольные карты Шухарта бывают двух основных типов: для количественных и альтернативных данных. Для каждой контрольной карты возможны две ситуации:

- а) значения параметров процесса не заданы;

б) значения параметров процесса заданы.

Значения параметров процесса могут быть заданы на основе установленных требований, целевых значений или оценок параметров, полученных на основе данных за длительный период времени, когда процесс находился в статистически управляемом состоянии.

### **3.2.2 Контрольные карты, для которых не заданы значения параметров**

Цель применения карт данного типа - обнаружение таких отклонений значений наблюдаемых характеристик (например,  $\bar{X}$ ,  $R$  или какой-либо другой статистики), какие превышают вариации, вызываемые только случайными причинами. В этом случае контрольные карты строятся только по данным самого процесса. Такие контрольные карты используют для выявления изменчивости, об условленной неслучайными причинами, и приведения процесса в состояние статистической управляемости.

### **3.2.3 Контрольные карты при наличии заданных значений параметров**

Целью таких карт является определение того, что наблюдаемые значения  $\bar{X}$ ,  $s$  и т.п. для нескольких подгрупп (каждая объемом  $n$  наблюдений) отличаются от соответствующих заданных значений  $\mu_0$ ,  $\sigma_0$  и т.п. больше, чем можно ожидать при действии только случайных причин. Отличием карт с заданными значениями параметров от карт, для которых значения параметров не заданы, является наличие дополнительных требований, определяющих параметры положения центральной линии и изменчивости процесса. Установленные значения могут быть заданы на основе опыта, полученного при использовании контрольных карт без априорной информации или заданных значений, а также на основе экономических показателей, установленных после анализа потребностей в услуге и стоимости производства, или могут быть указаны о технических требованиях на продукцию.

Предпочтительно, чтобы установленные значения были определены на основе исследования предварительных данных, которые, как предполагается, являются типичными для всех будущих данных. Для эффективного использования контрольных карт, установленные значения должны быть сопоставимы с присущей процессу собственной изменчивостью. Карты, основанные на таких установленных значениях, особенно полезны для управления процессами и поддержания однородности продукции на желаемом уровне.

### **3.2.4 Типы контрольных карт для количественных и альтернативных данных**

В стандарте рассмотрены следующие контрольные карты:

а) контрольные карты для количественных данных, используемые в ситуации, когда результатами наблюдений являются непрерывные величины:

1) карты средних ( $\bar{X}$ ), размахов (R) или выборочных стандартных отклонений (s);

2) карты индивидуальных значений (X) и скользящих размахов ( $R_m$ );

3) карты медиан ( $\bar{X}$ ) и размахов (R);

б) контрольные карты для альтернативных данных, используемые в ситуации, когда результатами наблюдений являются натуральные числа или категоризированные данные:

1) карта долей несоответствующих единиц продукции (р-карта);

2) карта числа несоответствующих единиц продукции (пр-карта);

3) карта числа несоответствий (с-карта);

4) карта числа несоответствий на единицу продукции (и-карта).

На рисунке 2 представлена схема выбора типа контрольной карты для конкретной ситуации.

### 3.3 Контрольные карты для количественных данных

Контрольные карты для количественных данных и особенно их самые распространенные формы ( $\bar{X}$ -карты и R-карты) представляют собой классическое применение контрольных карт к управлению процессами.

Контрольные карты для количественных данных обладают следующими преимуществами:

а) в большинстве случаев процессы и изготавливаемая в ходе процесса продукция имеют измеримые характеристики, представляющие собой количественные данные, и таким образом применимость таких карт достаточно широка;

б) контрольные карты для количественных данных более информативны, чем контрольные карты для альтернативных данных, так как позволяют получить информацию о среднем и дисперсии процесса. Карты для количественных данных часто позволяют получить сигнал о проблемах до появления несоответствующей продукции:

с) хотя получение количественных данных, как правило, дороже, чем альтернативных, объемы подгрупп для количественных данных почти всегда гораздо меньше при той же эффективности. Это позволяет в некоторых случаях снизить общие затраты на контроль и уменьшить временной разрыв между производством продукции и корректирующим действием;

д) такие карты являются визуальным средством анализа функционирования процесса безотносительно к установленным требованиям. Рассмотрение карт, а также гистограмм в соответствующих интервалах часто помогает при разработке предложений по улучшению процесса.

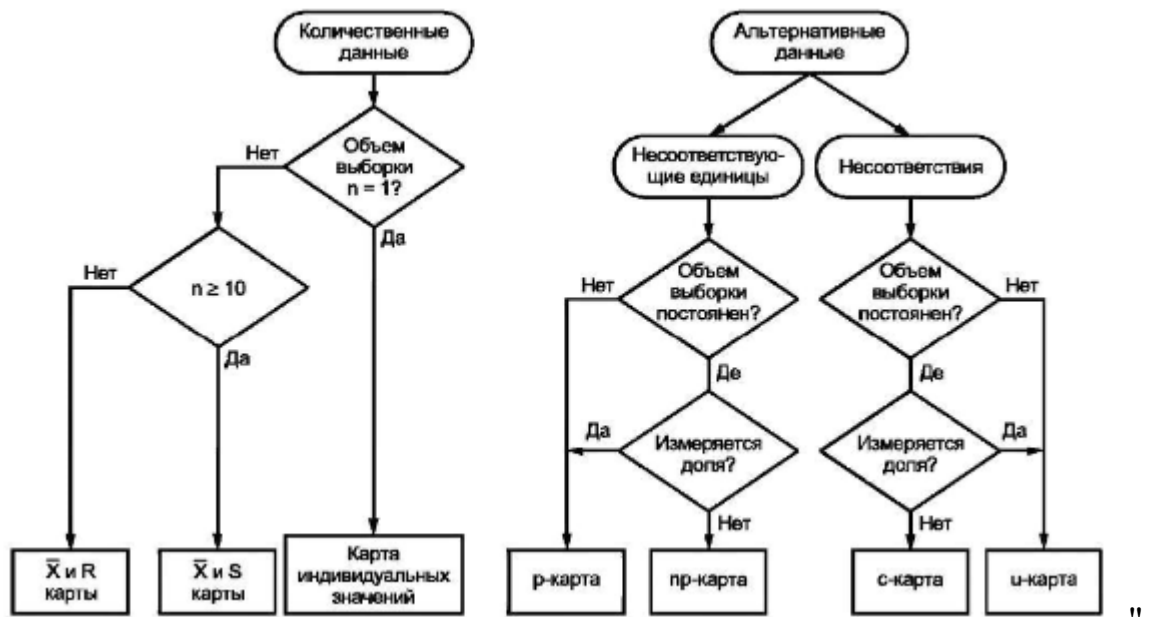


Рисунок 2 - Типы контрольных карт"

Применение контрольных карт для количественных данных предполагает в данном стандарте, что контролируемая характеристика подчиняется нормальному распределению (распределению Гаусса), причем отклонения от этого распределения влияют на эффективность карт. Коэффициенты, используемые для вычисления контрольных границ, выведены для нормального распределения характеристик. Поскольку обычно контрольные границы используют как эмпирические критерии при принятии решений, разумно малые отклонения от нормальности могут иметь место. В соответствии с центральной предельной теоремой, выборочные средние имеют распределение, приближающееся к нормальному, даже когда отдельные наблюдения не подчиняются нормальному закону. Это обосновывает возможность предположения о нормальности для  $\bar{X}$ -карт даже при объемах выборок столь малых, как 4 или 5 единиц. Если используют отдельные наблюдения для изучения возможностей процесса, истинное распределение важно. Рекомендуется периодически проверять выполнение предположения о нормальности распределения, особенно чтобы убедиться, что используемые данные принадлежат одной генеральной совокупности. Распределения размахов и стандартных отклонений не являются нормальными, хотя предположение о нормальности использовано при определении коэффициентов для вычисления контрольных границ карт размаха и стандартного отклонения. Небольшие отклонения распределения характеристики процесса от нормального распределения не должны быть препятствием в использовании таких карт, как эмпирической процедуры принятия решений.

Карты для количественных данных описывают состояние процесса с помощью показателей разброса и показателей положения (среднего процесса). Поэтому контрольные карты для количественных данных почти всегда применяют и анализируют парами - карта положения процесса и карта изменчивости процесса. Обычно сначала анализируют карту изменчивости процесса, так как

она обеспечивает обоснование оценки стандартного отклонения процесса. Полученная оценка стандартного отклонения процесса может затем быть использована при установлении контрольных границ карты положения.

Каждая контрольная карта может быть построена с использованием либо контрольных границ, определенных на основе выборочных данных, отражаемых на контрольной карте, либо контрольных границ для установленных статистик, отражаемых на карте.

### 3.4 Контрольные карты для альтернативных данных

Альтернативные данные представляют собой наблюдения, фиксирующие наличие или отсутствие некоторых характеристик (или признаков) у каждой единицы рассматриваемой подгруппы. На основе этих данных производится подсчет числа единиц продукции, обладающих данным признаком, или число таких событий на единицу продукции в группе или области. Альтернативные данные в общем случае могут быть получены быстро и дешево, для их сбора не требуется специального обучения.

Большое внимание уделяют использованию количественных данных для улучшения процесса. Однако данные промышленных предприятий указывают, что более 80% проблем качества продукции связано с альтернативными данными. Поэтому необходимо уделять большее внимание улучшению альтернативных характеристик с помощью контрольных карт.

В случае контрольных карт для количественных данных принято строить пару контрольных карт: одну - для контроля среднего, другую - для контроля изменчивости, так как исходное распределение предполагается нормальным и зависит от этих двух параметров. При использовании контрольных карт для альтернативных данных достаточно одной карты, так как предполагаемое распределение имеет только один независимый параметр - средний уровень,  $p$ - и  $np$ -карты основаны на биномиальном распределении, а  $c$ - и  $u$ -карты основаны на распределении Пуассона.

Расчеты для этих типов карт похожи, за исключением случаев непостоянства объема подгрупп. Когда объем подгрупп постоянен, для каждой подгруппы могут быть выбраны одни и те же контрольные границы. Однако, если количество контролируемых элементов в каждой подгруппе различно, контрольные границы должны быть определены для каждой подгруппы. При этом  $p$ -карты и  $c$ -карты могут быть использованы с постоянным объемом выборки, тогда как  $p$ -карты и  $u$ -карты могут быть использованы в любой ситуации.

Когда объем подгруппы изменяется от выборки к выборке, для каждой подгруппы рассчитывают свои контрольные границы, при этом - чем меньше объем подгруппы, тем шире полоса между этими границами, и наоборот. Если объем подгруппы меняется незначительно, то можно ограничиться одним набором контрольных границ, основанным на среднем объеме подгруппы. Для практических целей достаточно, если объемы подгрупп находятся в пределах  $\pm 25\%$  целевого объема подгруппы.

### 3.5 Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 16269-4:2010	-	*
ИСО 3534-2:2006	-	*
ИСО 5479:1997	IDT	ГОСТ Р ИСО 5479-2002 "Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения"
ИСО 22514-1:2009	IDT	ГОСТ Р ИСО 22514-1-2012 "Статистические методы. Управление процессами Часть 1. Основные принципы"
ИСО 22514-2:2013	-	*
ИСО 22514-3:2008	IDT	ГОСТ Р ИСО 22514-3-2013 "Статистические методы. Управление процессами. Часть 3. Анализ пригодности машин на основе данных измерений единиц продукции"
ISO/TR 22514-4:2007	IDT	ГОСТ Р 50779.46-2012/ISO/TR 22514-4:2007 "Статистические методы. Управление процессами. Часть 4. Оценка показателей воспроизводимости и пригодности процесса"
ИСО 22514-6:2013	IDT	ГОСТ Р ИСО 22514-6-2014 "Статистические методы. Управление процессами. Часть 6. Статистики воспроизводимости процесса для многомерного нормального распределения"
ИСО 22514-7:2012	IDT	ГОСТ Р ИСО 22514-7-2014 "Статистические методы. Управление процессами. Часть 7. Воспроизводимость процессов измерений"
ИСО 22514-8:2014	-	ГОСТ Р ИСО 22514-8-2015 "Статистические методы. Управление процессами. Часть 8. Пригодность машин для процессов с несколькими состояниями"
<p>* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.</p> <p><b>Примечание</b> - В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:  - IDT - идентичные стандарты.</p>		



#### 4 ТЕМЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ:

№ з/п	Название темы	Количество часов
1	ГОСТ Р 50779.41-96 (ИСО 7873-93) Статистические методы. Контрольные карты для арифметического среднего с предупреждающими границами	5
2	ИСО 3534-1-931 Статистика. Словарь и условные обозначения. Часть 1. Вероятность и основные статистические термины	5
3	ИСО 3534-2-931 Статистика. Словарь и условные обозначения. Часть 2. Статистический контроль качества	5
4	ИСО 7966-931 Приемочные контрольные карты	5
5	ИСО 8258-911 Контрольные карты Шухарта .	5
6	Семейства статистических методов по ИСО/ТО 10017. Анализ надежности и моделирование.	5
Всего		30

## 5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение контрольных карт
2. Область применения контрольных карт
3. Автор контрольных карт
4. Преимущества контрольных карт перед другими графическими средствами.
5. Два типа контрольных карт
6. Порядок построения контрольных карт
7. Анализ контрольных карт
8. Сколько сигма составляют контрольные и предупредительные границы
9. Особые и обычные причины изменчивости процесса
10. Когда процесс находится в статистически управляемом состоянии
11. 4 случая неуправляемости процесса
12. Отличие контрольных карт по количественному и альтернативному признакам.
13. Взаиморасположение контрольных границ и границ технологического допуска
17. Контрольные карты как средства управления процессом. Классификация контрольных карт
18. Контрольные карты для количественных признаков.
19. Контрольные карты для альтернативных признаков
20. Контрольные карты для управления процессом по уровню настройки.  
Kusum – и Ewma –карты
21. Контрольные карты как средства управления процессом. Классификация контрольных карт
22. Контрольные карты для количественных признаков.
23. Контрольные карты для альтернативных признаков
24. Контрольные карты для управления процессом по уровню настройки.  
Kusum – и Ewma –карты
25. Для чего предназначена контрольная карта Шухарта?
26. Для чего предназначена контрольная карта Шухарта?
27. Перечислите основные типы двойных карт Шухарта.
28. Как строится контрольная карта индивидуальных значений? Как определяется скользящий размаз?

## 6 ТЕСТЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

1. Инструмент, позволяющий отслеживать ход протекания процесса:

- 1) диаграмма Исикавы;
- 2) диаграмма Парето;
- 3) гистограмма;
- 4) контрольная карта.

2. На контрольную карту обычно не наносят:

- 1) центральную линию;
- 2) верхнюю контрольную границу;
- 3) нижнюю контрольную границу;
- 4) границы поля допуска.

3. Карта долей несоответствующих единиц продукции:

- 1) R-карта;
- 2) с-карта;
- 3) S-карта;
- 4) p-карта.

4. u-карта:

- 1) карта выборочных средних;
- 2) карта скользящих размахов;
- 3) карта выборочных размахов;
- 4) карта числа несоответствий на единицу продукции.

5. Индекс отражающий устойчивость процесса, стабильность которого НЕ подтверждена, относительно установленных границ:

- 1) индекс воспроизводимости;
- 2) индекс пригодности;
- 3) индекс устойчивости;
- 4) индекс управляемости.

6. Индекс, отражающий устойчивость стабильного процесса относительно установленных границ поля допуска:

- 1) индекс воспроизводимости;
- 2) индекс пригодности;
- 3) индекс устойчивости;
- 4) индекс управляемости.

7. Выборочный контроль, после проведения которого принимают решение о приемке или отклонении партии – это:

- 1) статистическое управление процессами;
- 2) статистический приемочный контроль;

- 3) квалиметрическая оценка;
- 4) экспертная оценка.

8. Правила переключения обычно задаются через:

- 1) количество бракованных изделий в выборке;
- 2) количество принятых или забракованных партий;
- 3) процент бракованных изделий в партии;
- 4) процент годных изделий в партии.

9. Приемочное число используется при контроле:

- 1) по количественному признаку;
- 2) по альтернативному признаку;
- 3) как по количественному, так и по качественному признаку;
- 4) не используется при приемочном контроле.

10. Приемлемый уровень дефектности обозначается:

- 1) LCL;
- 2) UCL;
- 3) AQL;
- 4) RQL.

11. Браковочный уровень дефектности обозначается:

- 1) LCL;
- 2) IQL;
- 3) AQL;
- 4) RQL.

12. Нормативное значение группового показателя качества обозначается:

- 1) LCL;
- 2) NQL;
- 3) AQL;
- 4) RQL.

13. Статистическое регулирование технологических процессов по альтернативному признаку осуществляют с помощью:

- 1)  $\bar{X}$  - и  $R$  -карты
- 2)  $\bar{X}$  - и  $s$  -карты
- 3) карты медиан
- 4)  $np$  -карты

14. Назовите серию стандартов на статистические методы:

- 1) ГОСТ Р ИСО 9000
- 2) ГОСТ Р 1.5
- 3) ГОСТ Р 50779
- 4) нет правильного ответа

15. Статистическое регулирование технологических процессов по альтернативному признаку осуществляют с помощью:

- 1)  $\bar{X}$  - и  $R$  -карты
- 2)  $\bar{X}$  - и  $s$  -карты

3) карты медиан                    4) *np* -карты

16. Назовите серию стандартов на статистические методы:

- 1) ГОСТ Р ИСО 9000                    2) ГОСТ Р 1.5  
3) ГОСТ Р 50779                        4) нет правильного ответа

17. Количество несоответствующих единиц продукции на миллион обозначается:

- 1) ppt;  
2) ppm;  
3) кнм;  
4) мнк.

18. Карта числа несоответствий:

- 1) R-карта;  
2) с-карта;  
3) S-карта;  
4) p-карта.

## 7 ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль знаний студентов производится во время контрольных опросов (тестов) в ходе проведения практических занятий. В течение семестра изучения дисциплины студенты представляют на проверку преподавателю отчеты по практическим занятиям.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового зачёта в соответствии с «Положением об организации и проведении семестрового контроля знаний студентов в Донецком национальном техническом университете», утвержденном 25.09.2013 года.

Для определения уровня знаний студентов преподаватель руководствуется критериями оценки знаний, являющимися составляющей учебно-методического комплекса дисциплины.

Соотношение между суммой баллов по 100-балльной шкале и оценками по шкалам - государственной и ECTS согласно приказу № 76-14 от 15.01-2016.

### Уровни и критерии итоговой оценки результатов освоения дисциплины

Уровни	Критерии выполнения заданий ОС	Итоговый семестровый балл	Итоговая оценка
Недостаточный	Имеет представление о содержании дисциплины, но не знает основные положения (темы, раздела, закона и т.д.), к которому относится задание, не способен выполнить задание с очевидным решением, не владеет навыками оформления отчета	Менее 59	Неудовлетворительно (не зачет)
Базовый	Знает и воспроизводит основные положения дисциплины в соответствии с заданием, применяет их для выполнения типового задания в котором очевиден способ решения	74 -60	Удовлетворительно (зачет)
Повышенный	Знает, понимает основные положения дисциплины, демонстрирует умение применять их для выполнения задания, в котором нет явно указанных способов решения. Анализирует элементы, устанавливает связи между ними	75 -89	Хорошо
	Знает, понимает основные положения дисциплины, демонстрирует умение применять их для выполнения задания, в котором нет явно указанных способов решения. Анализирует элементы, устанавливает связи между ними, сводит их в единую систему, способен выдвинуть идею, спроектировать и презентовать свой проект (решение)	90 - 100	Отлично

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная:

1. Момот А.И. Менеджмент качества и элементы систем качества. Учебник, 2-е изд., доп. и расш. – Донецк: Норд-Пресс, 2005.
2. Захожай В.Б., Чорний А.Ю. Статистичне забезпечення управління якістю. Навчальний посібник.-Київ. Центр навчальної літератури, 2005.-340с.
3. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии: учеб. пособие / Клячкин В.Н.-М.: Финансы и статистика, 2007. - 304 с. : ил.
4. Статистические методы в управлении качеством продукции: учебное пособие / В.В.Ефимов, Т.В. Барт. – М.:КНОРУС, 2006.-240с.
5. Статистические методы контроля качества продукции / Ноулер Л. И др. / Пер. с англ. – 2-е руссе. Изд. – М. Ихдательство стандартов. 1989 – 99с.
6. Федюкин В.К. Управление качеством процессов.- СПб.: Питер, 2004.- 208с.
7. Глудкин О.П., Горбунов Н.М., Гуров А.И., Зорин Ю.В. «Всеобщее управление качеством: учебник для вузов», - М.: Радио и связь, 1999.-600с.
8. Адлер Ю.П., Полховская Т.М., Шпер В.Л., Нестеренко П.А. «Управление качеством. Часть 1. Семь простых методов: учебное пособие для вузов», М: МИСИС, 2001.-138 с.
9. Жулинский С.Ф., Новиков Е.С., Поспелов В.Я. «Статистические методы в современном менеджменте качества».-М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2001.- 208 с.

### Дополнительная:

10. ДСТУ 3514-97 Статистичні методи контролю та регулювання. Терміни та визначення.
11. ГОСТ 18242-72 Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку. Планы контроля.
12. ГОСТ 20736-75 Статистический приемочный контроль по количественному признаку. Планы контроля.
13. РД 50-605-86 Методические указания по применению стандартов на статистический приемочный контроль.
14. ГОСТ Р 50779.11-2000 (ИСО 3534.2-93) Статистические методы. Статистическое управление качеством. Термины и определения.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Цели и задачи дисциплины	5
2 Программа курса	7
3 Рекомендации студентам по самостоятельной подготовке	8
4 Темы для самостоятельной работы	17
5 Контрольные вопросы	18
6 Тесты для проверки знаний	19
7 Формы контроля освоения дисциплины	22
Литература	23

Учебное издание

Министерство образования и науки ДНР  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Методические указания

по организации самостоятельной работы студентов к учебной дисциплине вариативной части профессионального цикла дисциплин по выбору ВУЗа «Статистические методы диагностики продукции и технологических процессов» для студентов направления подготовки магистра 27.04.02 «Управление качеством» дневной (заочной) формы обучения / Сост. Е.В.Мирошниченко. - Донецк: ДонНТУ, 2016г.- 24с.

Составитель: Мирошниченко Е.В.