

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра материаловедения, технологии
и управления качеством

**ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА (КАЧЕСТВА) В ПРОЦЕССЕ
ПРОИЗВОДСТВА ОПТИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ МЕТОДОМ ШЛИФОВКИ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 5 курса 537 группы
направления 27.03.02 «Управление качеством»
факультета нано- и биомедицинских технологий

Семынина Александра Дмитриевича

Научный руководитель
старший преподаватель

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

С.Н. Соколов

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой
профессор, д.ф.-.м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

С.Б. Вениг

инициалы, фамилия

Саратов 2019

Введение. Качество продукции – это показатель конкурентоспособности предприятия. Для уменьшения затрат и достижения высокого уровня качества, нужны методы, направленные на предупреждение, выявление и устранение причин дефектов в процессе производства.

Применение статистических методов позволяет анализировать 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 на основе изучения фактических данных.

Статистические методы используются на всех этапах жизненного цикла продукции. В настоящее время статистические методы широко применяются для решения следующих задач:

1. Осуществление сбора и регистрации исходных больших массивов данных в виде, удобном для их последующего анализа и осмысления.
2. Проведение анализа и оценки качества продукции с помощью статистической обработки информации.
3. Осуществление планирования и анализа результатов выборочного контроля на различных этапах производственного процесса.
4. Проведение оценки точности и стабильности технологических процессов.
5. Прогнозирование и контроль надежности продукции.

Решение перечисленных выше задач, позволяет контролировать процессы в организации, получая мгновенную обратную связь о состоянии процессов, что позволяет воздействовать и изменять его качество к лучшему. Проблема качества является одной из самых актуальных в современном мире, так как без требуемого качества любая компания не способна конкурировать на рынке. Для непрерывного повышения качества продукции и процессов необходим постоянный и точный контроль, который позволяют достичь различные статистические методы контроля качества.

Цель – применить основные статистические инструменты контроля качества, а именно, контрольные карты Шухарта и гистограммы, для анализа качества пластины из оптического стекла после обработки и анализа стабильности технологического процесса шлифовки и полировки.

Задачи:

- провести измерения пластины из оптического стекла после шлифовки и полировки, используемой при изготовлении устройств полупроводниковой электроники на предприятии ООО «Научно-производственное предприятие «Инжект»;

- сформировать выборку на основе полученных данных;

- на основании выборки построить контрольные карты X и R типа и гистограммы в программе Statistica;

- на основе построенных карт и гистограмм провести анализ качества партии и стабильности процесса.

Основное содержание работы

Статистический контроль качества. Для контроля качества продукции и стабильности процесс используются статистические методы регулирования технологических процессов.

Статистический приемочный контроль – это выборочный контроль продукции, основанный на применении методов математической статистики для проверки соответствия качества продукции установленным требованиям и принятия решения.

Приемочный контроль по качественному признаку. Соответствует продукция определенным требованиям или не соответствует. Либо да, либо нет.

Приемочный контроль по количественному признаку. Определяется значение параметров и сравнивается среднеарифметического значения измеряемого параметра с приемочными границами.

Формирование выборки. Для успешного применения статистических методов выборка должна быть представительной и случайной.

Представительная выборка достигается путем однородности партии. Случайная выборка – это случайное попадание переменных из партии в выборку. Случайность достигается с помощью методов случайного отбора: ряд, в упаковке, россыпь, поток.

Статистические методы контроля качества продукции. Выпуск качественной продукции важен для функционирования любого предприятия. Качество подразумевает затраты. Затраты на предупреждение возникновения отклонений по качеству на порядок меньше, чем устранение самих отклонений. Одним из самых распространенных способов контроля качества является методы, основанные на статистическом подходе. Данные методы применяются на каждом этапе жизненного цикла продукции. Метод статистического контроля качества опирается на использование следующих простых инструментов:

- гистограммы;
- диаграммы Парето;
- причинно-следственные диаграммы Исикавы;
- контрольные листки;
- контрольные карты;
- диаграммы рассеяния.

Контрольный листок. Контрольный листок используется как инструмент регистрации и систематизации качественных и количественных данных. В зависимости от данных контрольные листы разделяются на следующие типы:

1. Контрольный листок для регистрации видов дефектов. Используется для регистрации видов дефектов и их классификация (деформация, трещина, вмятина, царапина и так далее).
2. Контрольный листок причин дефектов. Дефекты регистрируются во времени.
3. Контрольный листок локализации дефектов. Определяет в какой области находятся дефекты.

4. Контрольный листок для регистрации распределения измеряемого параметра представлен на рисунке. Используются для анализа процесса.

Диаграмма Парето. Это способ графического представления опытных данных. Принцип Парето – подавляющее число дефектов (80%) и связанных с ними потерь чаще всего возникает из-за небольшого количества причин (20%).

Диаграмма используется при проектировании, организации производства, эксплуатации оборудования. Диаграмма Парето позволяет выявить наиболее важные причины, которые создают проблему и решить их в первую очередь. Диаграмму Парето применяют комплексно с диаграммой Исикавы.

Диаграмма Исикавы. Причинно-следственную диаграмму используют для выявления и систематизации факторов (причин), влияющих на определенный результат процесса или вызывающих какую-либо проблему при его реализации. Объектом исследования выступает проблема или искомый результат. Причинно-следственная диаграмма строится в режиме «мозгового штурма» для выявления большинства факторов и причин.

При построении диаграмма Исикавы используется принцип 5М или 5Р.

Метода 5М учитывает факторы, зависящие от человека (man), машины, оборудования (machine), материала (material), метода работы (method), способа и условий измерений (measurement) и media (окружающая среда).

Метод 5Р учитывает влияние на результаты процессов служащих (people); процедур (procedures); потребителей, являющихся фактически покровителями сервиса (patrons); места, где осуществляется сервис (place); поставщиков средств сервиса (provisions).

Гистограмма. Инструмент используется для предварительной оценки стабильности процесса. Гистограмма – это столбчатый график, имеющий линию нормального распределения Гауса, полигон (черная линия) и позволяющий наглядно представить характер распределения случайных величин в выборке. Гистограмма позволяет оперативно выполнить предварительный анализ процесса (выборки) исполнителю первой линии

(оператору, контролеру и др.) без математической обработки результатов измерений.

Анализ нормальности распределения данных.

Существует гипотеза о нормальности распределения данных. Гипотеза либо подтверждается, либо отклоняется. Для проверки нормальности существуют различные методы:

1. Косвенные (асимметрия, эксцесс);
2. Графические (диаграмма разброса, вероятностные графики);
3. Расчетные (критерий Колмагорова-Смирнова и Шапира Уилка).

Методы выбираются в зависимости от выбора стратегии анализа данных на нормальность распределения. Каждый тест призван проверить гипотезу о нормальности, и результат формируется следующим образом: гипотеза о нормальности отклоняется или не отклоняется. Методы необходимо для проверки визуального анализа статистических данных.

Асимметрия и эксцесс показывают смещение линии нормального распределения. Диаграмма разброса и вероятностные графики показывают расположение данных относительно прямой линии нормальности. Критерии Колмогорова-Смирнова и Шапира-Уилка позволяют рассчитать уровень значимости и сравнить их с нормой. Если анализируется меньше шестидесяти наблюдений, то применяется критерий Шапира-Уилка, если наблюдений больше, то применяется критерий Колмогорова-Смирнова.

Контрольные карты. Контрольные карты – это способ графического представления результатов технологических или других процессов в порядке их выполнения. Контрольные карты предназначены для мониторинга процессов с целью анализа их стабильности, регулирования и контроля. Для решения этих задач используют различные виды контрольных карт:

1. Для количественных данных (карты среднего значения, размахов, выборочных стандартных отклонений, карты индивидуальных значений, карты скользящих размахов, карта медиан и размахов);

2 Для альтернативных данных (карта числа несоответствующих единиц продукции, карта числа несоответствующих единиц, карта числа несоответствий, карта числа несоответствий, приходящихся на единицу продукции).

Карты для количественных данных (X – и R-карты) – это классические контрольные карты, применяемые для управления процессами. Количественные данные – это данные, которые можно измерить. Карты для количественных данных отражают состояние процесса через разброс и через расположение центра. Поэтому контрольные карты для количественных данных применяют и анализируют парами. Одна карта для расположения среднего значения выборки, а вторая – для разброса. Карта разброса показывает правильность выборки

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, обладающих или не обладающих данным признаком, или число таких событий в единице продукции, группе или области. Альтернативные данные в общем случае могут быть получены быстро и дешево, для сбора их не требуется специального обучения.

Процесс обработки полупроводниковых пластин. Полупроводниковые пластины после операции резки имеют различные погрешности: неплоскостность, изгибы, нарушенный слой и большой разброс по толщине. Для улучшения точности и качества поверхности необходима дальнейшая обработка, а именно, шлифовка и полировка с использованием абразивных материалов.

Шлифовка – это обработка пластин на твердых доводочных дисках – шлифовальниках абразивными микропорошками зернистостью от 28 до 3 мкм.

Полировка полупроводниковых пластин является заключительной операцией и основная ее цель – обеспечить высокую чистоту обрабатываемой поверхности и оставить минимальный нарушенный слой.

После технологического процесса шлифовки и полировки регистрируются параметры пластины, которые в последующем анализируются с помощью статистических методов в программе Statistica.

Программа STATISTICA. STATISTICA – это система, разработанная фирмой StatSoft Inc. (USA) представляющая собой интегрированную систему статистического анализа и обработки данных. Программа состоит из большого количества графических систем, специальных электронных таблиц для ввода данных, статистических модулей, инструментов для подготовки отчетов.

Программа имеет широкий выбор аналитических процедур и их реализации; легка в освоении; полностью совместима с приложениями Windows; простая конвертация в различные базы данных; высокое качество графики.

Исследование экспериментальных данных. Объектом исследования является пластина из оптического стекла, используемая при изготовлении полупроводниковых приборов в организации ООО «Научно-производственное предприятие «Инжект». Размеры детали до обработки – 1000*1000*3369 мкм.

Каждая деталь проходит двухстороннюю шлифовку и полировку на станке типа AC 530 фирмы Lapmaster Wolters. После технологического процесса шлифовки и полировки пластины должны быть размером 100*100 и толщиной в 2810 ± 50 мкм. Далее проводится сплошной контроль, измеряя каждую деталь по пяти точкам: центр и четыре края-угла с помощью электронного штангенциркуля «Mechanic 150 PRO».

Для оценки качества партии воспользуемся программой Statistica. Для этого необходимо импортировать таблицу с данными и присвоит каждому значению свою переменную:

1. Var1 – Центр;
2. Var2 – край №1;

3. Var3 – край №2;
4. Var4 – Край №3;
5. Var5 – Край №4.

На основании данных строим контрольные карты X и R и гистограммы для каждой переменной. Результат построение контрольных карт изображен на рисунке 1.

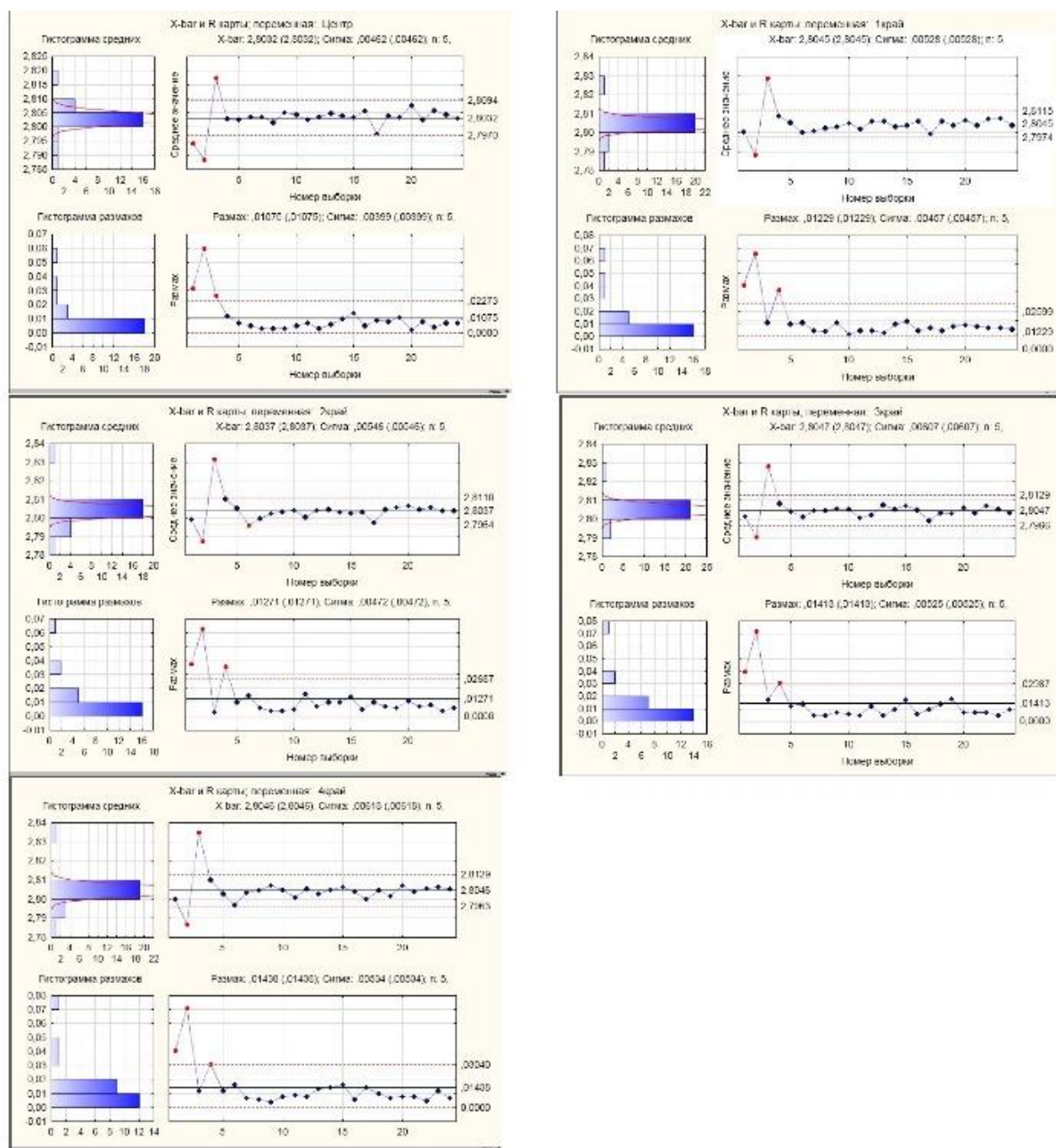


Рисунок 1 – Контрольные карты средних значений и размахов для всех переменных

По результатам визуального анализа карт виден выход за пределы контрольный границ на всех контрольных картах. Это свидетельствует о том, что процесс не стабилен. Причиной этого может быть случайный фактор: неправильно настроенный инструмент измерения, ошибки со стороны рабочего лаборатории, допущены ошибки при наладке станка или его эксплуатации. Но при этом все детали, прошедшие контроль, являются годными, так как попадают в диапазон допуска. Необходимо выяснить причину появления отклонений именно в этот промежуток времени и разработать корректирующие действия по устранению несоответствия. При чем на всех контрольных картах все пять переменных выходят в одном и том же интервале. Такое повторение показывает на то, что в определенный момент времени технологический процесс вышел из стабильного состояния, а выход за границу все переменных показывает на возможную ошибку рабочего по настройке станка.

Следующий этап, это построение гистограмм. Результат построение гистограмм представлен на рисунке 2.

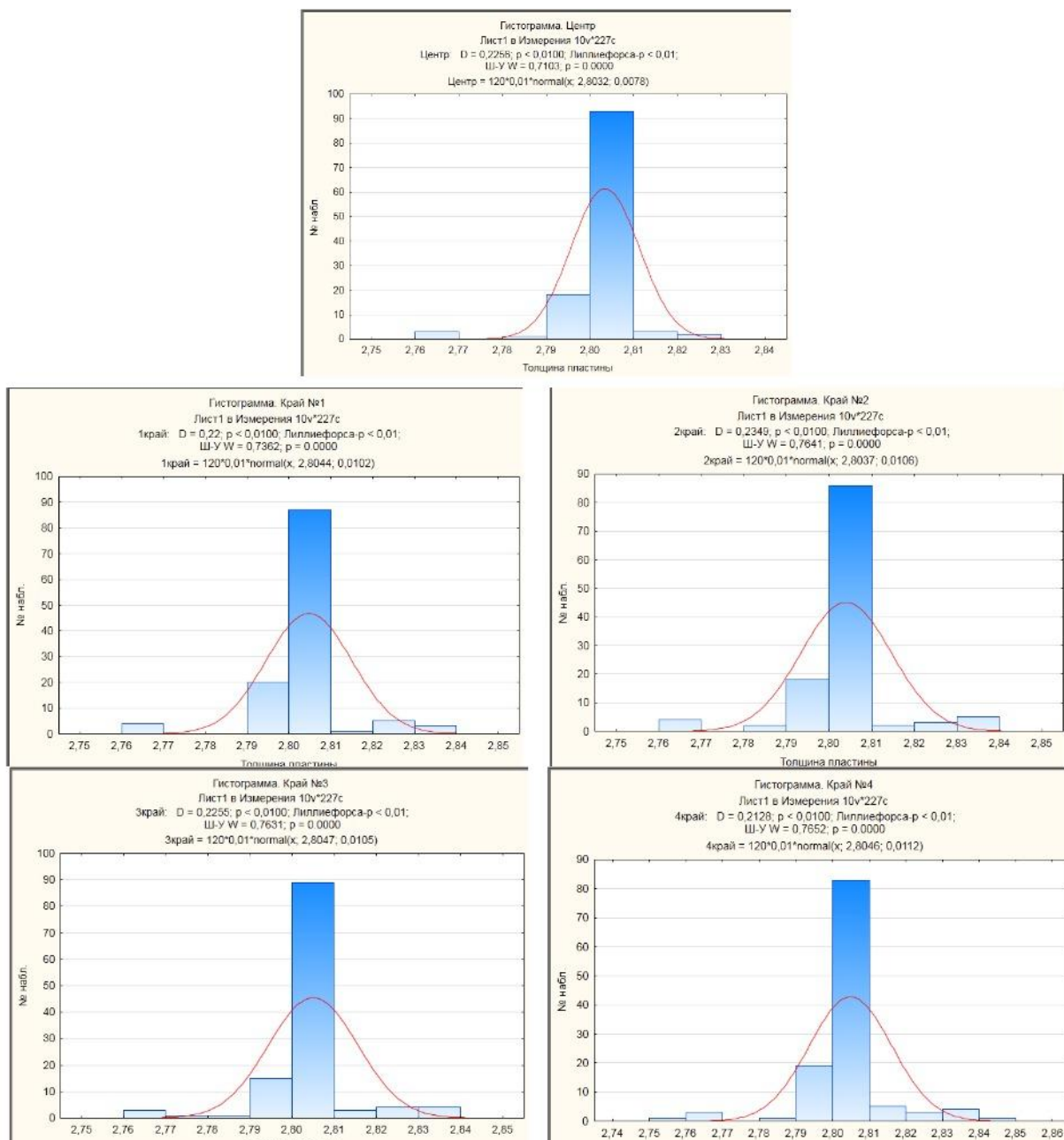


Рисунок – 2 гистограммы по всем переменным

Гистограмма позволяет предварительно оценить распределение изучаемых величин, однородность экспериментальных данных, сравнить разброс данных с допустимым значением. Анализ построенных гистограмм показывает распределения с изолированным пиком. Малый размер второго пика свидетельствует о ненормальности процесса. Такая форма свидетельствует о том, что нужно обратить внимание на условия, при которых были получены эти данные. Возможно не соблюдались условия эксплуатации

станка или в выборку попали детали из разных партий. Необходимо расслоить выборку и сформировать заново с учетом корректирующих действий.

Для более точного анализа нормальности распределения данных воспользуемся методами асимметрии, эксцесса и критериями Колмогорова-Смирнова и Шапира-Уилка.

Проверка на нормальность распределения подтверждает наши результаты анализа о нестабильности процесса.

Заключение. Результатом производственной практики является применение статистических методов для анализа качества полученных данных. Применение инструмента контрольные карты Шухарта наглядно показывает сведения об анализируемом производственном процессе, экономит большое количество времени, которое в настоящем мире является конкурентным признаком. Исследованный на практике процесс шлифовки и полировки не является стабильным и требует корректировки, но партия является годной, так как все значения соответствуют заявленным требованиям.

Все поставленные задачи были выполнены:

- проведены измерения ста двадцати единиц продукции с помощью случайной выборки;
- построены контрольные карты X и R типа;
- построены гистограммы распределения;
- проведен визуальный анализ контрольных карт и гистограмм.

Для эффективной корректировки имеющихся отклонений необходимо дальнейшее использование статистических инструментов и более точных измерительных инструментов, с целью получения более достоверных данных. Применение диаграммы Исикавы и диаграммы Парето, а так же просмотр контрольный листков, позволит найти причины нестабильности процесса и разработать корректирующие действия по их устранению.

- 1 Демина, Л. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля / Л. Н. Демина. – М. : НИЯУ МИФИ, 2010. – 292 с.
- 2 Ефимов, В. В. Статистические методы в управлении качеством продукции. Учебное пособие / В. В. Ефимов. – Ульяновск : УлГТУ, 2003. – 134 с.
- 3 Вуколов, Э. А. Основы статистического анализа / Э. А. Вуколов. – М. : Форум, 2008. – 465 с.
- 4 ГОСТ 18321–73. Статистический контроль качества. Методы случайного отбора штучной продукции. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2000. – 8 с.
- 5 Канаева, Л. Н. Применение статистических методов управления качеством в производственном процессе на предприятии республики Мордовия / Л. Н. Канаева. – Саранск : МГУ им. Огарева, 2010. – 6 с.
- 6 Куприенко, Н. В. Методы анализа распределений. Выборочное наблюдение / Н. В. Куприенко, О. А. Поноварева, Д. В. Тихонов. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 138 с.
- 7 СТО 1.05.515.2 – 2009. Методы и инструменты улучшений. Анализ Парето. – М. : ОАО РЖД, 2009. – 21 с.
- 8 Аристов, О. В. Управление качеством / О. В. Аристов. – М. : НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 224 с.
- 9 Магер, В. Е. Управление качеством / В. Е. Магер. – М. : ИНФРА-М, 2012. – 176 с.
- 10 Магомедов, Ш. Ш. Управление качеством продукции / Ш. Ш. Магомедов, Г. Е. Беспалова. – М. : Дашков и К, 2013 – 336 с.
- 11 Мишин, В. М. Управление качеством / В. М. Мишин, В. Н. Иванов, А. Г. Зекунов. – М. : Юрайт, 2013. – 475 с.
- 12 Рыков, В. В. Математическая статистика и планирование эксперимента / В. В. Рыков, В. Ю. Иткин. – М. : РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2009. – 303 с.

13 Бондаренко, И. Б. Управление качеством электронных средств / И. Б. Бондаренко, Н. Ю. Иванова, В. В. Сухостат. – СПб. : ИТМО, 2010. – 211 с.

14 Мастицкий, С. Э. Методическое пособие по использованию программ STATISTICA / С. Э. Мастицкий. – Минск : РУП, 2009. – 40 с.

15 Потапов, Ю. В. Использование пакета программ STATISTICA для анализа выборочных данных / Ю. В. Потапов. – Томск : Томский государственный университет, 2003. – 45 с.

16 Серегина, В. Г. Введение в систему Statistica / В. Г. Веденина. – Тамбов : Издательство ТГТУ, 2002. – 25 с.

17 Стукач, О. В. Программный комплекс STATISTICA в решении задач управления качеством / О. В. Стукач. – Томск : Томский политехнический университет, 2011. – 163 с.

18 ГОСТ 7870-2–2015. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта. – М. : Стандартинформ, 2010. – 41 с.

19 ГОСТ 50779.42-99. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта. – М. : Стандартинформ, 1999. – 37 с.

20 Буткарев, А. И. Полировка / А. И. Буткарев. – М. : ИФ АБ Универсал, 2001. – 52 с.