

М. Ю. Полянчикова, А. Ю. Горелова, Е. С. Данилина, Е. А. Мелеинова

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПО «MEASURELINK» ДЛЯ ЦЕЛЕЙ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ,
ПОЛУЧЕННЫХ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ МАШИНАМИ**

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: MUPolyan4ikova@yandex.ru

В статье приводится обзор основных инструментов статистического контроля, применяемых на машиностроительных предприятиях. В целях автоматизации процесса обработки результатов контроля и принятия управленческих решений рассматривается использование возможностей координатных измерительных машин и их встроенного программного обеспечения. В работе освещены возможности ПО «MeasureLink», позволяющего обрабатывать и хранить статистическую информацию на партию деталей.

Ключевые слова: статистический контроль, SPC, КИМ, координатно-измерительная машина, контроль, анализ, оценка, управление процессами, стабильность.

M. Yu. Polyanchikova, A. Yu. Gorelova, E. S. Danilina, E. A. Meleinova

**USING THE CAPABILITIES OF THE MEASURELINK SOFTWARE FOR THE PURPOSES
OF AUTOMATED STATISTICAL QUALITY CONTROL BASED ON THE MEASUREMENT
RESULTS OBTAINED BY CONTROL AND MEASURING MACHINES**

Volgograd State Technical University

The article provides an overview of the main statistical control tools used in machine-building enterprises. In order to automate the process of processing control results and making management decisions, the use of the capabilities of coordinate measuring machines and their embedded software is considered. The paper highlights the capabilities of the «MeasureLink» software, which allows processing and storing statistical information for a batch of parts.

Keywords: statistical control, SPC, CMM, coordinate measuring machine, control, analysis, evaluation, process management, stability.

В настоящее время борьба за потребителя возможна только при предоставлении более конкурентоспособного продукта. Основными факторами формирования конкурентоспособности являются: цена, показатели, отражающие потребительские свойства, в том числе, показатели надежности, патентно-правовые показатели, показатели экологичности и эргономичности, и др. В настоящее время на предприятиях используются различные технологии производства изделий, включая аддитивные технологии. Однако, процедура контроля – неотъемлемая составляющая любого из методов получения изделий.

Следуя концепции «бережливого производ-

ства», широко описанной стандартами Российской Федерации, специальной литературой, научными публикациями, организациям в борьбе за конкурентоспособность следует стремиться к сокращению различного рода потерь, встраивая качество продукции в технологический процесс. Отсюда можно сделать один нехитрый вывод: качество продукции обеспечивается качеством технологического процесса.

Одним из направлений анализа качества технологических процессов является широкое применение инструментов инженерных методов анализа качества, описанных в учебном пособии [1]. Все инструменты можно условно разделить по признакам, представленным на рис. 1.

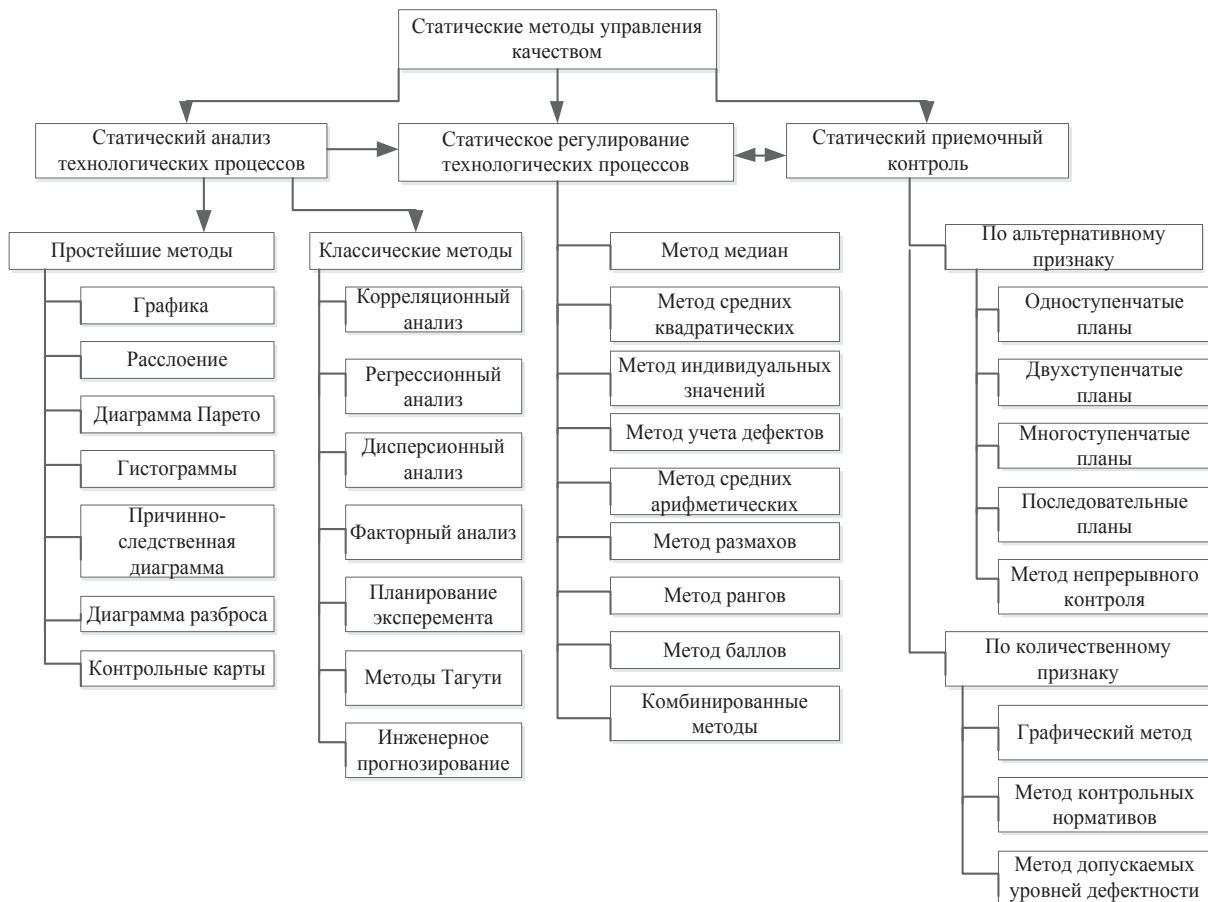


Рис. 1. Классификация статистических методов управления качеством

И тут оказывается, что для решения ряда проблем, связанных с выпуском некачественной продукции предприятием, нужно твердое желание проанализировать текущую информацию, отражающую реальную ситуацию на производстве. Не все из приведенных на рис. 1 методов относится к статистическим, но каждый из них базируется на фактическом материале, достоверность которого обеспечивается статистически. Основными инженерными методами управления качеством являются [1]:

- 1) алгоритмирование;
- 2) причинно-следственная диаграмма;
- 3) мозговой штурм;
- 4) анализ Парето;
- 5) средства для сбора данных (контрольные листки);
- 6) стратификация;
- 7) средства представления данных (графики и диаграммы);
- 8) диаграмма рассеивания (корреляционная диаграмма);
- 9) гистограммы;
- 10) контрольные карты;

11) экспертный анализ.

Как справедливо отмечено в статье [2], «на практике идея контроля качества с помощью статистического мышления более интуитивна для понимания, чем традиционный подход к контролю». Автор отмечает, что при применении статистических инструментов «рассматривается не каждая отдельная деталь, а процесс изготовления». Если процесс «настроен на изготовление годных деталей и является стабильным, то изделия, полученные в ходе такого процесса, будут также годными». Для контроля качества изделий, а следовательно, и процессов, необходимо определить перечень характеристик, по которым будет осуществляться контроль и на основании значения которых приниматься решения.

В настоящее время в производстве широко применяются станки с числовым программным управлением (далее – станки с ЧПУ). Применение такого высокопроизводительного и высокоточного оборудования предполагает и совершенствование методов и инструментов контроля изделий, как отмечено автором в статье

[3]. Наиболее адекватным ответом на использование современного оборудования с ЧПУ при производстве является применение контрольно-измерительных машин (далее – КИМ) при контроле. Современные КИМ представлены широким модельным рядом, что позволяет выбрать машину в соответствии с решаемыми измерительными задачами, условиями эксплуатации (температура, давление, влажность, запыленность) и финансовыми возможностями предприятия. КИМ универсальна: контрольно-измерительные операции можно осуществлять как на этапе освоения, так и при серийном выпуске деталей. Применение КИМ позволяет за одну установку проконтролировать практически все нормируемые параметры, и в лаборатории, и в цеховых условиях.

Основное преимущество современных КИМ – возможность полной автоматизации как на этапе реализации координатного метода измерений, так и на этапе обработки результатов этих измерений. Результат измерений должен обладать пятью основными свойствами: точность, достоверность, сходимость, воспроизводимость, правильность. Сотрудники предприятия получают возможность осуществлять контроль качества габаритных деталей сложных поверхностей с повышенной точностью и достоверностью результатов измерений.

При осуществлении контроля на предприятии анализируются следующие документы:

- 1) сопроводительная документация при поставке продукции;
- 2) требования заказчика;
- 3) требования нормативно-технической документации;
- 4) конструкторская документация (КД);
- 5) технологическая документация (маршрутная карта, технологическая карта, технологический процесс);

При принятии решений о судьбе всей партии по результатам выборочного контроля составляются и заполняются документы:

- 1) журнал входного контроля;
- 2) акт о несоответствующей продукции по результатам входного контроля;
- 3) карта обмера детали;
- 4) извещение о браке;
- 5) приемо-сдаточная накладная;
- 6) сводный отчет по браку.

В статье [4] рассмотрено применение автоматизированного контроля при производстве подшипников. Следует отметить, что такой процесс автоматизации является достаточно трудоемким и затратным. В настоящее время многие производители используют оборудование, имеющее встроенное программное обеспечение. Рассмотрим возможности программного обеспечения «**MeasureLink**», поставляемого в комплекте с КИМ для машиностроительного предприятия Волгоградского региона. Некоторые из возможностей этого программного обеспечения ранее были описаны в статье [5]. Однако этих показателей недостаточно для заключения о годности партии в целом в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 10360-2 – 2017 [6].

Для сбора информации о качестве партии деталей, необходимо выбрать подходящий модуль «**Inspection Wizard**», предназначенный для быстрого создания новой процедуры измерения, и модуль «**Real-Time**», предназначенный для выполнения SPC (Статистического управления процессами) в реальном времени и сбора данных непосредственно с контрольно-измерительных приборов, клавиатуры или программных устройств, таких как Vision, CMM или станочных датчиков (рис. 2).

Информация о партии деталей представлена на рис. 3 и находится в меню «Детали измерения» («**Dimension detail**»).



Рис. 2. Выбор необходимого модуля

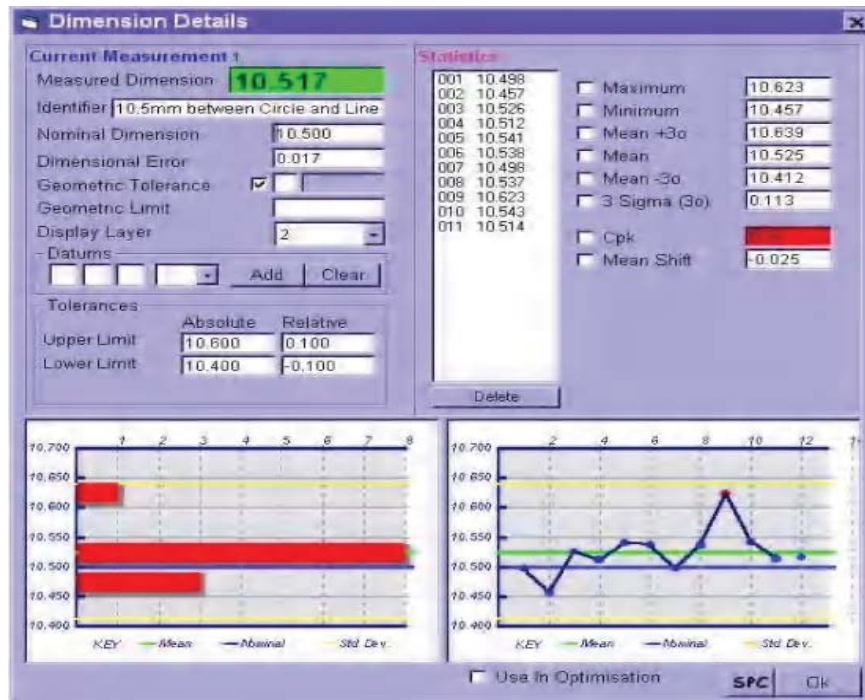


Рис. 3. Информация о партии деталей «Детали измерения» («Dimension detail»)

Последний результат измерения показан большим шрифтом в поле «Текущее измерение» («Current Measurement»), а размеры предыдущих измерений детали показаны списком, под заголовком «Статистика» («Statistics»).

Для партии деталей программное обеспечение вычисляет следующие величины: наибольшее и наименьшее значения; поле рассеяния размеров; положение центра распределения

(среднее арифметическое значение). Эти результаты позволяют построить гистограмму значений и контрольную карту размахов (рис. 4, 5 соответственно).

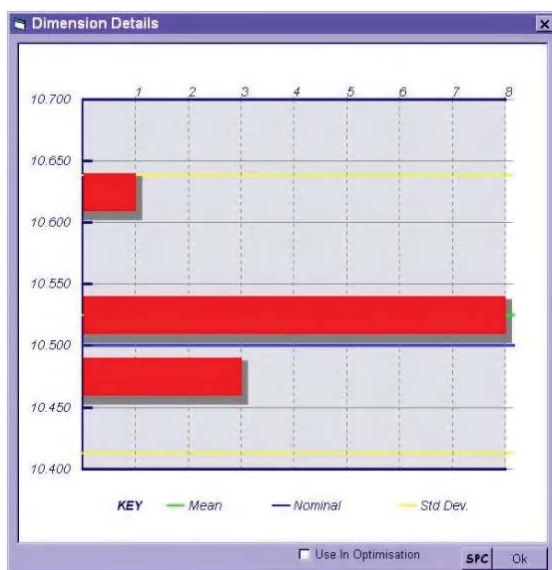


Рис. 4. Гистограмма распределения размеров партии

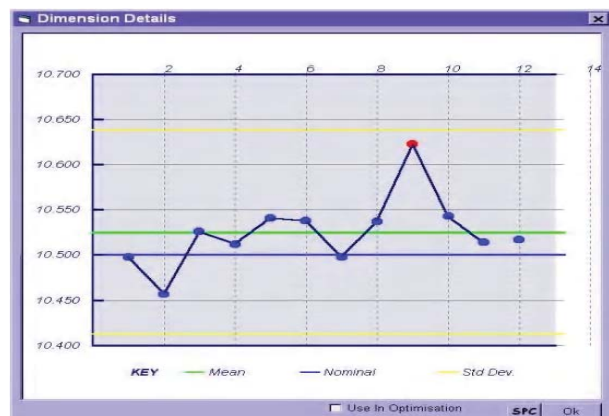


Рис. 5. Контрольная карта размахов

При работе в модуле «Real Time» данные собираются в рамках заранее установленной процедуры проверки. Как правило, это реализуется либо путем сбора всех измеренных характеристик отдельной детали по порядку, либо путем сбора одной заданной количественной характеристики перед переходом к следующей (рис. 6).



Рис. 6. Сбор данных с измерительных приборов в модуле Real Time

В модуле «Real-Time» предлагается множество возможностей для просмотра данных: 2D-вид; лист технических данных; классический вид; просмотр информации; лист технических данных детали; 3D вид (при наличии).

Наибольший интерес для проведения SPC представляет вкладка «Классический вид», предназначенная для просмотра более подробной информации по отдельным характеристикам (рис. 7).

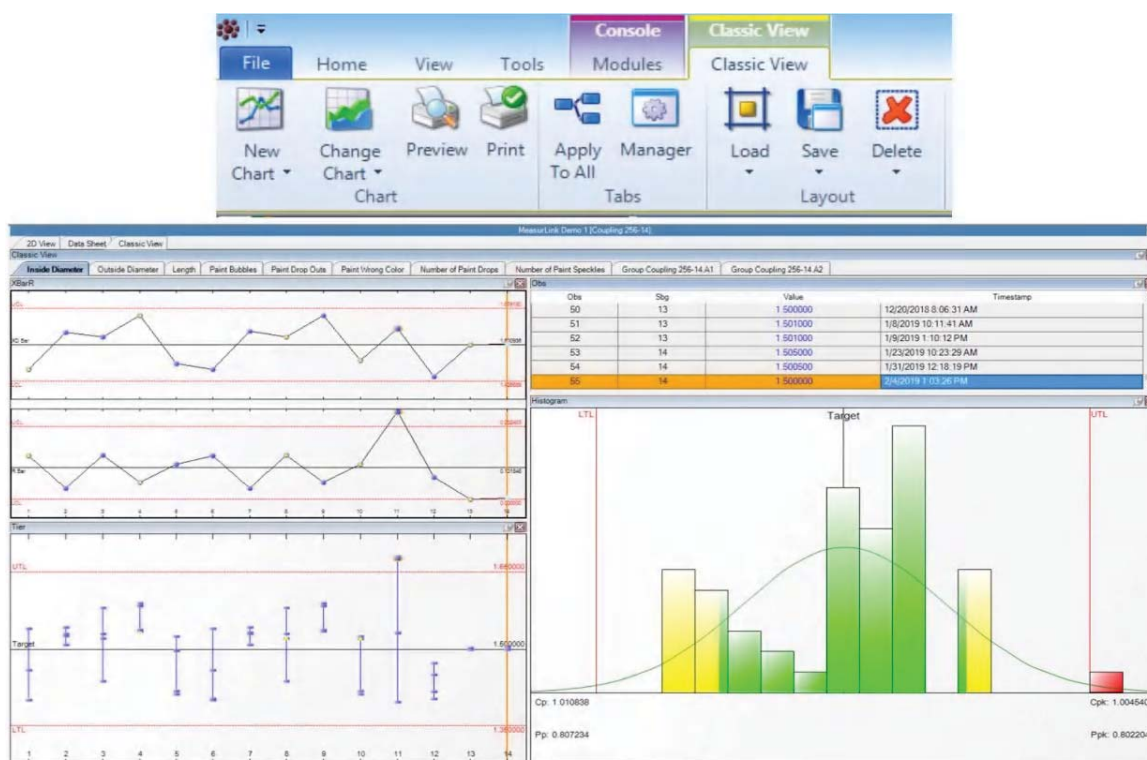


Рис. 7. Возможности работы с диаграммами во вкладке «Классический вид»

При формировании статистического отчета (вкладка «Reports») есть возможность выбирать функции по: представлению отчета и виду конфигурации, анализируемым статистическим характеристикам и т.д. Функция «Различные характеристики» позволяет определить количество статистических характеристик на странице. Каждая характеристика получает свою соб-

ственную ячейку на странице отчета. Пользователь выбирает информацию, которая появляется в первой ячейке. Соответствующая информация для каждой характеристики появляется в других ячейках. Чтобы выбрать количество прямоугольных ячеек для размещения их на странице отчета необходимо использовать макет таблицы (рис. 8).



Рис. 8. Пример вывода различных характеристик

Функция «**Диаграмма неопределенности**» в модуле «**Real-Time**» позволяет оценить степе-
 нь неопределенности измерения (рис. 9).

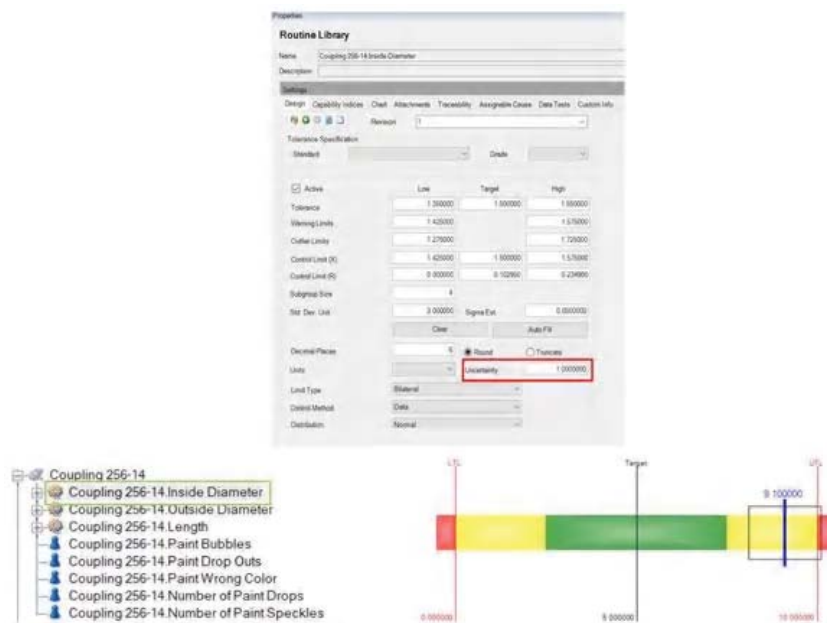


Рис. 9. Диаграмма неопределенности ее характеристики

Таким образом, программное обеспечение «**MeasureLink**» позволяет собирать статистическую информацию о контролируемых деталях, выводить отчеты в виде статистических графиков и диаграмм. Благодаря автоматизации процесса контроля, информация, получаемая на различных этапах контроля одной и той же детали, аккумулируется в одном месте, что по-

зволяет осуществить прогнозирование качества, а также давать рекомендации по проектированию технологических процессов. Такая обработка результатов в режиме реального времени позволяет повысить скорость принятия решений и снизить потери времени на работу с несоответствиями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Статистические методы оценки качества продукции / М. Ю. Полянчикова, Н. И. Егоров, А. Н. Воронцова, А. А. Кожевникова ; ВолгГТУ. – Волгоград : Волгоградский государственный технический университет, 2019. – 128 с. – ISBN 978-5-9948-3379-7. – EDN JGHPSR.

2. Михайлов, Д. Статистический анализ производственных процессов SPC. Просто о сложном // Мир измерений. – 2021. – № 12. URL: <https://ria-stk.ru/mi/adetail.php?ID=205177>.

3. Леун, В. И. Метрологические и конструктивные особенности принципов построения приборов активного контроля размеров средних диаметров резьб на операциях резьбошлифования / В. И. Леун, Е. В. Николаева // СТИН. – 2014. – № 10. – С. 37–39.

4. Автоматизированный неразрушающий контроль в системе мониторинга технологического процесса произ-

водства подшипников / А. А. Игнатьев, В. А. Добряков, М. Ю. Захарченко, С. А. Игнатьев, В. А. Каракозова, Е. В. Березина // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2021/7193

5. Полянчикова, М. Ю. Система статистического контроля координатно-измерительной машины / М. Ю. Полянчикова, И. С. Попова, А. А. Кожевникова // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 3(262) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2022. – С. 37–40. – DOI 10.35211/1990-5297-2022-3-262-37-40. – EDN NSKKKS.

6. ГОСТ Р ИСО 10360-2–2017. Характеристики изделий геометрические. Приемочные и перепроверочные испытания координатно-измерительных машин. Координатно-измерительные машины, применяемые для измерения линейных размеров. – Введ. 01.01.2019 – Москва : Стандартинформ, 2019. – 11 с.