

## Автоматизация измерений параметров зубчатого колеса

*О.Б. Бавыкин, А.О. Ларин, М.В. Греку*

*Московский Политех, Москва*

**Аннотация:** В статье предложено совместное использование цифрового индикатора Schut 907.649, межцентромера и табличного процессора для снижения трудоемкости определения параметров зубчатого колеса. По написанной методике исследована точность модернизированного межцентромера. Предложены дальнейшие пути модернизации.

**Ключевые слова:** метрологическое обеспечение, межцентромер, параметры зубчатого колеса, OpenOffice Calc, MS Excel, Schut 907.649

В учебном процессе кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация» Московского Политеха [1] применяются разнообразные лабораторные работы, связанные с измерениями параметров различных деталей машин. Для измерений в основном и пользуются аналоговые средства измерительной техники и при этом обработка результатов измерений может быть достаточно трудозатратой [2]. Кроме того, возникает вероятность возникновения ошибок оператора, связанных с математическими расчетами [3-4]. Исключить указанные недостатки возможно путем замены стрелочных приборов на их цифровые аналоги.

Для проверки выдвинутой рабочей гипотезы была выбрана лабораторная работа по контролю зубчатых колес. Измерение параметров зубчатых колес представляет собой сложную комплексную задачу, которая основывается на определенной методике и требует соответствующей организации и специальных средств измерительной техники.

В указанной лабораторной работе предлагается проводить измерения зубчатых колес на межцентромере в двухпрофильном зацеплении с измерительным зубчатым колесом. Внешний вид межцентромера показан на рис. 1.



Рис. 1. – Межцентромер

Межцентромер, который применяется для измерений параметров зубчатого колеса, оснащен аналоговым индикатором. Для его модернизации было решено заменить аналоговый индикатор на цифровой аналог. Это позволит, как предполагается, передавать измерительную информацию на компьютер и загружать их в компьютерную программу для автоматического построения графика колебаний измерительного межосевого расстояния.

В качестве цифрового индикатора выбран Schut 907.649. Это средство измерительной техники измерений состоит из панели управления с электронным дисплеем и измерительного щупа. Диапазон измерений - от 0 до 25 мм, цена деления прибора - 0.01 мм. Диаметр циферблата - 57 мм. Изображение цифрового индикатора показано на рис. 2.



Рис. 2. – Цифровой индикатор SCHUT 907.649

Для вывода данных из индикатора в ЭВМ необходимо его подключить в специальное устройство, затем каналу по USB подключить устройство к компьютеру. Фото устройства для передачи данных от индикатора к компьютеру показано на рис. 3.



Рис. 3. – Преобразователь сигнала

При этом стоит отметить, что для работы индикатора SCHUT 907.649 с компьютером специальных драйверов и дополнительного программного обеспечения не требуется. Для вывода и обработки результатов на ЭВМ необходим табличный процессор (например, программа MS Excel [5] или OpenOffice Calc [6-9]).

Для проверки работоспособности предлагаемого варианта автоматизации лабораторной работы были выполнены и проанализированы измерения параметров зубчатого колеса на межцентромере до его модернизации и после.

Рис. 4 содержит внешний вид запрограммированного в программе Excel алгоритма обработки результатов измерений зубчатого колеса. Для программирования использовались статистические функции МАКС и СУММ. Для построения диаграммы был выбран вид графика «гистограмма с группировкой».

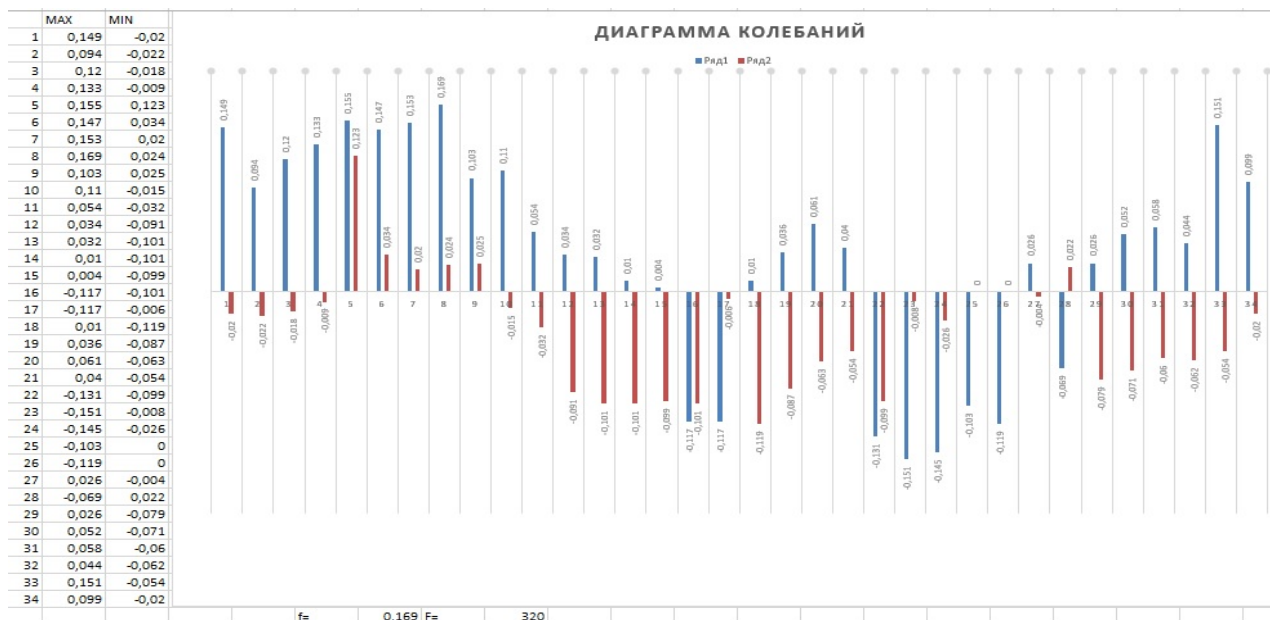


Рис. 4. – Алгоритм обработки измерений параметров зубчатого колеса программы Excel



Таблица 1 содержит результаты сравнения подсчитанных значений параметров зубчатого соединения с применением межцентромера до его модернизации и после.

Таблица №1

Действительные значения параметров зубчатого колеса

	Колебание на одном зубе	Колебание за один оборот колеса	Время затраченное на расчет параметра
До модернизации	176	312	47 min
После модернизации	169	320	14 min

По таблице 1 видно, что предлагаемая рабочая гипотеза подтвердилась и совместное применение табличного процессора с цифровым индикатором SCHUT 907.649 позволяют снизить трудоемкость обработки измерений и минимизировать ошибки оператора, так как все расчеты выполняются в автоматическом режиме.

Однако, стоит отметить, что для ввода результата измерений с используемого цифрового индикатора в компьютер необходимо оператору каждый раз нажимать на специальную кнопку на корпусе преобразователя сигнала, что снижает уровень автоматизации. Исключить подобное участие оператора возможно путем внесения изменений в конструкцию преобразователя сигнала и установки в его корпусе специально платы, заранее запрограммированной на передачу измерительного сигнала с определенной частотой.

В перспективе подобным образом планируется модернизировать и другие лабораторные работы кафедры «Стандартизации, метрологии и сертификации» [10-11].



## Литература

1. Потапов А.А., Бавыкин О.Б. Основы учебного курса «Методы фрактального анализа» // Нелинейный мир. 2014. Т. 12 № 1. С. 004-008.
2. Сычев Е.И., Храменков В.Н., Шкитин А.Д. Основы метрологии военной техники. М.: Воениздат, 1993. 390 с.
3. Placko D., 2006. Metrology in Industry. The Key for Quality. French College of Metrology, pp: 38-39.
4. Бавыкин О.Б. Автоматизация метрологического обеспечения на стадии производства продукции // Инженерный вестник Дона, 2016, № 4. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_13\\_Bavykin\\_2.pdf\\_74c3b2dca8.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_13_Bavykin_2.pdf_74c3b2dca8.pdf).
5. Excel в статистическом моделировании В.В.Заляжных. URL: [arhiuch.ru/st1.html](http://arhiuch.ru/st1.html) (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. ру.
6. Клячкин В. Н. Компьютерный практикум по статистическим методам в управлении качеством // Ульяновск: УлГТУ, 2013. 156 с.
7. Бавыкин О.Б., Беляева П.А. Обработка результатов многократных измерений в программе OpenOffice // Инженерный вестник Дона, 2017, № 3. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_96\\_bavykin.pdf\\_1d95e8483f.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_96_bavykin.pdf_1d95e8483f.pdf)
8. Бавыкин О.Б. Исследование точности фрактальной обработки данных в компьютерной программе FRACTAN // Инженерный вестник Дона, 2017, № 2. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_108\\_bavykin.pdf\\_99b786585e.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_108_bavykin.pdf_99b786585e.pdf)
9. Ishizu H., Yamada T. Applied Radiation and Isotopes. 2017. №126. pp. 158-161.
10. Бавыкин О.Б. Формирование учебных занятий с применением измерительной системы для измерения шероховатости поверхности MarSurf XR 20 // Инженерный вестник Дона, 2014, № 3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2466](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2466).



11. Бавыкин О.Б. Применение в образовании специализированных компьютерных программ «NOVA» и «MYTESTX» // IDO Science. 2011. № 1. С. 10-11.

### References

1. Potapov A.A., Bavykin O.B. Nelinejnyj mir. 2014. Т. 12 № 1. pp. 004-008.
2. Sychev E.I., Hramenkov V.N., Shkitin A.D. Osnovy metrologii voennoj tehniki [Fundamentals of Metrology military equipment.]. М.: Voenizdat, 1993. 390 p.
3. Placko D., 2006. Metrology in Industry. The Key for Quality. French College of Metrology, pp. 38-39.
4. Bavykin O.B. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2016, № 4. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_13\\_Bavykin\\_2.pdf\\_74c3b2dca8.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_13_Bavykin_2.pdf_74c3b2dca8.pdf).
5. V.V.Zalyazhnykh. Excel v statisticheskom modelirovanii [Excel in statistical modeling]. URL: [arhiuch.ru/st1.html](http://arhiuch.ru/st1.html).
6. Klyachkin V. N. Komp'yuternyy praktikum po statisticheskim metodam v upravlenii kachestvom [Computer workshop on statistical methods in quality management]. Ul'yanovsk: UIGTU, 2013. 156 p.
7. Bavykin O.B. Belyaeva P.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2017, № 3. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_96\\_bavykin.pdf\\_1d95e8483f.pdf/](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_96_bavykin.pdf_1d95e8483f.pdf/)
8. Bavykin O.B. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, № 3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2466](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2466).
9. Ishizu H., Yamada T. Applied Radiation and Isotopes. 2017. №126. pp. 158-161.
10. Bavykin O.B. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2017, № 2. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_108\\_bavykin.pdf\\_99b786585e.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_108_bavykin.pdf_99b786585e.pdf)
11. Bavykin O.B. IDO Science. 2011. № 1. pp. 10-11.