

УДК 53.008:519.855:004.94:621.8

С.Т. Пацера, В.І. Корсун, В.А. Дербаба, П.О. Ружин

Національний гірничий університет, Дніпропетровськ

АЛГОРИТМ ІМІТАЦІЙНО-СТАТИСТИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТА ЙОГО ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ У NI LABVIEW

Розроблено структурну модель вимірювально-контрольної системи геометричних параметрів гладких поверхонь і алгоритм розрахунку помилок контролю першого і другого роду імітаційно-статистичним методом. Запропоновано новий підхід до чисельного моделювання точності технологічного процесу при рівномірному розподілі відхилень геометричних параметрів деталей від номінальних розмірів. Отримані залежності частки неправильно забракованих деталей від граничної похибки засобів вимірювань при прийнятному контролі. Імітаційно-статистичне моделювання здійснено в середовищі LabVIEW, що істотно скорочує час розрахунків, забезпечує наочність проведених аналізів при порівнянні альтернативних варіантів вибору засобів вимірювань. Розрахунки можуть бути виконані з високою точністю, при яких довіря ймовірність визначення ризиків споживача і виробника може не перевищувати сотих часток відсотка.

Ключові слова: приймальний контроль, похибка вимірювання, статистичне моделювання, неправильно забраковані деталі, геометричне програмування.

Вступ

Сутність проблеми. Похибка вимірювання контрольованого геометричного параметра деталі призводить до приймання частини деталей, які визнаються відповідними заданому допуску, хоча справжні відхилення виходять за його межі. Аналогічно відбувається помилкове визнання деякої кількості деталей браком, справжні розміри яких знаходяться в межах поля допуску, але близькі до його граничних значень.

Аналіз публікацій. Для розрахунку частки неправильно забракованих та неправильно прийнятих деталей в ряді робіт [1-3] запропоновано метод імітаційно-статистичного моделювання та здійснено його реалізацію у програмі Microsoft Excel. У той же час вказана програмна реалізація не вільна від деяких недоліків, до яких без сумніву відноситься недостатній рівень автоматизації при переборі варіантів статистичного моделювання для різних значень параметрів вихідних даних.

Постановка задачі. Подолання вказаної складності можливо шляхом застосування спеціально розробленого програмного коду, що дозволяв би мінімізувати час розрахунків частки неправильно забракованих та неправильно прийнятих деталей без втрати точності визначення цих показників. Представляється доцільним вибрати середовище LabVIEW з таких міркувань:

- в основі технології LabVIEW лежить використання комбінованого моделювання систем на ЕОМ, тобто поряд з аналітичним застосовується імітаційне моделювання;
- саме імітаційне моделювання є найбільш ефективним методом дослідження систем, а часто і

єдиним практично доступним методом отримання інформації щодо поведінки системи, особливо на етапі її проектування.

Виклад основного матеріалу

Чисельне моделювання відхилення діаметра вала від номінального значення розглянуто на прикладі шийки вала $\varnothing 100k6$, що має такі значення нормованих граничних відхилень: $es = +25$ мкм, $ei = +3$ мкм. Прийнято допущення, що випадкові значення істинних відхилень від номінального значення розподілені по рівномірному закону та лежать у інтервалі, що більший за допуск в 1,0027 разів. Це відповідає загальноприйнятому нормальному рівню точності технологічного процесу.

На рис. 1 поряд з початковими даними показано програмний код блоку T_1 – моделювання відхилення діаметра вала від номінального значення за умови відсутності похибок вимірювання. Використано функцію *Random Number (0-1)*, яку розміщено в середині структури *For Loop*. Блок T_1 містить в собі також алгоритм створення масиву випадкових відхилень e_{i0} від номінального розміру за умови нульової похибки вимірювання. Усі функції блоку знаходяться в структурі *Flat Sequence Structure*. Для розміщення функцій в кожному з наступних блоків моделі додається відповідний кадр (*Add Frame After*).

Програмний код блоку K_1 – моделювання контрольної процедури показано на рис. 2. У зв'язку з тим, що інтервал розсіювання більший інтервалу поля допуску, то деякий відсоток деталей буде визнано відсотком браку. Алгоритм контрольної процедури включає в себе створення масивів верхнього es та нижнього ei відхилень. Далі проводиться поелементне порівняння вказаних масивів з масивом

випадкових відхилень e_{tr0} , для чого застосовуються функції *No Equal?* та *Create?*. В результаті відтворюється наступний масив логічних скалярів *True* чи *False*. Якщо дійсне відхилення знаходиться поміж верхнім e_s та нижнім e_i відхиленнями, то деталь визнається придатною та їй виставляється бал $\beta_0=1$. Ця умова реалізована за допомогою логічної функції *And*, що повертає значення *True* чи *False*, які у свою чергу за допомогою функції *Boolean To (0,1)* перетворюються у ціле число, що має відповідне значення 0 чи 1. Це дає змогу за допомогою функції *Add*

Array Elements підрахувати загальну кількість придатних деталей, чи їх відсоток.

Наступний блок ВК призначений для моделювання випадкових інструментальних похибок вимірювання, результатів вимірювання та контролю на придатність. (рис. 3). За допомогою генератора випадкових чисел моделюється одновірний масив в інтервалі 0-1, який модифікується у масив випадкових похибок від $-\Delta$ до $+\Delta$, де Δ – граничне значення інструментальної похибки вимірювального приладу згідно його паспортних даних.

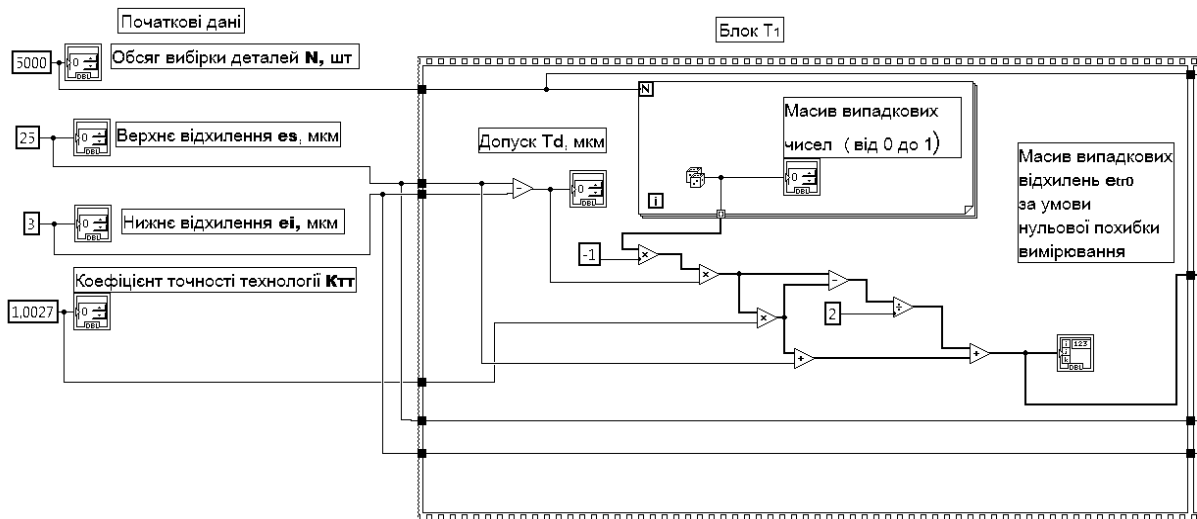


Рис. 1. Програмний код блоку T_1 – моделювання відхилення діаметра вала від номінального значення за умови відсутності похибок вимірювання

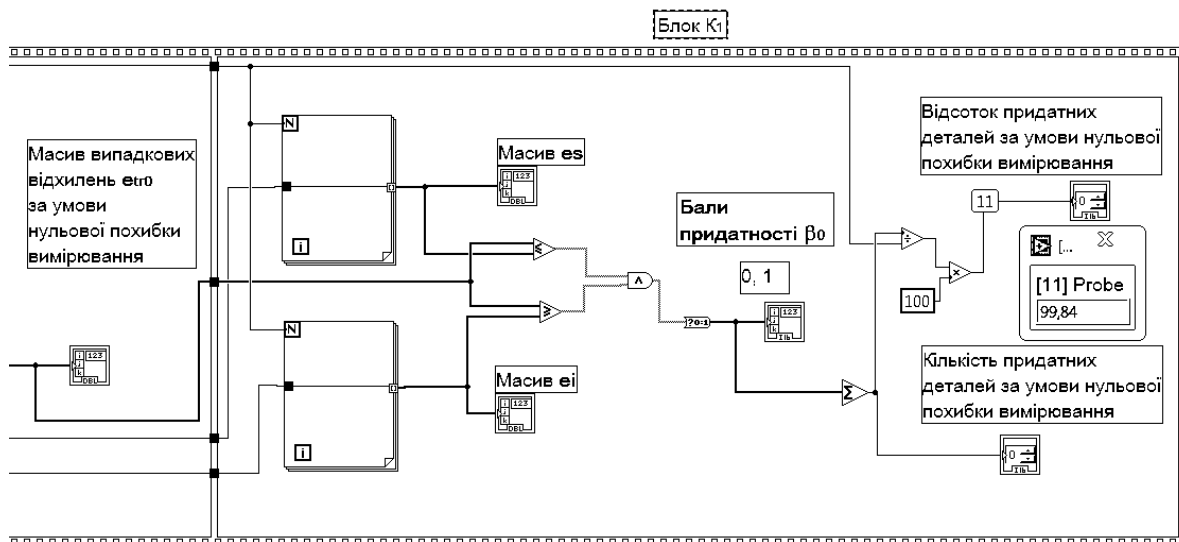


Рис. 2. Програмний код блоку K_1 – моделювання контрольної процедури за умови відсутності похибок вимірювання

Блок ВК містить в собі також алгоритм створення масиву випадкових відхилень $e_{tr\Delta}$ від номінального розміру за умови не нульової похибки вимірювання. Якщо дійсне відхилення знаходиться поміж верхнім e_s та нижнім E_i відхиленнями, то

деталь визнається придатною та їй виставляється бал $\beta_\Delta=1$.

Наприкінці блоку підраховується загальна кількість придатних деталей, чи їх відсоток за умови не нульової похибки вимірювання.

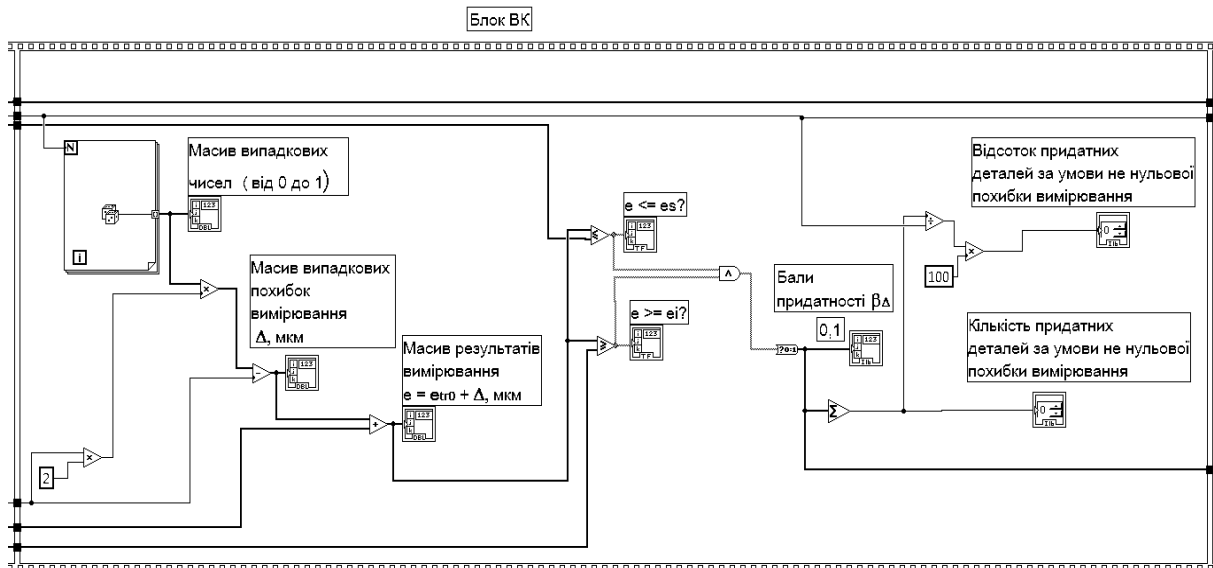


Рис. 3. Програмний код блоку ВК – моделювання вимірювально-контрольної процедури за умови наявності похибок вимірювання

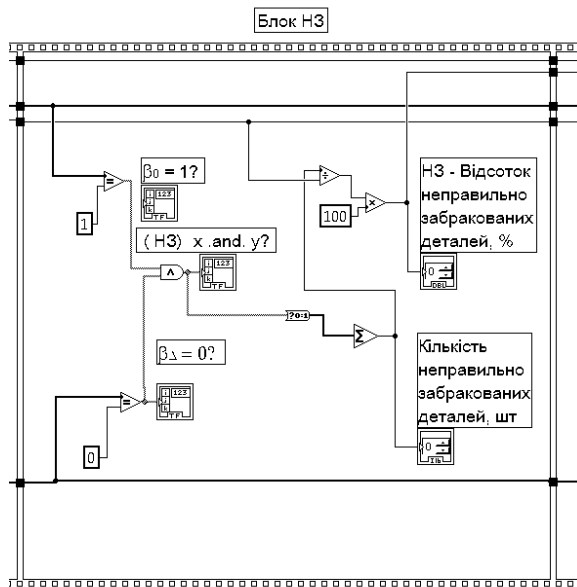


Рис. 4. Програмний код блоку НЗ – моделювання процедури сортування деталей до групи неправильно забракованих

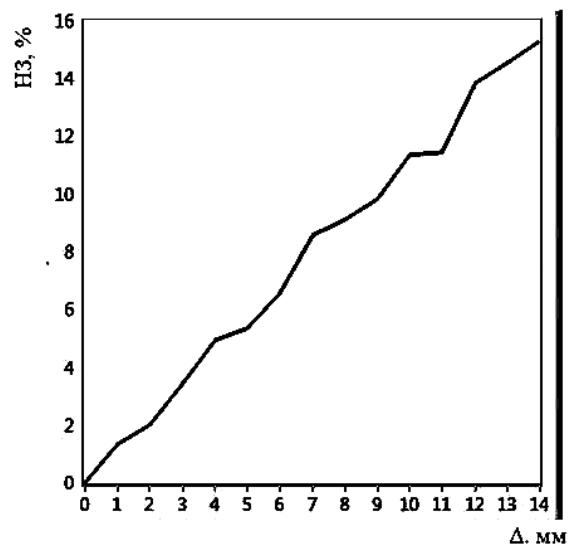


Рис. 5. Залежність відсотку неправильно забракованих деталей від граничної межі випадкових похибок Δ

Програмні коди блоків ПЗ, ПП, НП – моделювання процедури сортування деталей відповідно до груп правильно забракованих, правильно чи неправильно прийнятих деталей відтворюються аналогічним чином.

Розроблена програма дозволяє провести значно швидше у порівнянні з програмою Microsoft Excel.

Для подальшого скорочення витрат часу на одержання графіків (рис. 5) при дослідженні вимірювально-контрольної системи створено віртуальний прилад, блок-діаграму якого наведено на рис. 6.

Програмний код, щойно показаний на рис. 1–4, перетворено у підпрограму (SubVI), що позначена як ПП1.

На рис. 6 показано з’єднання виводів ПП1 з вхідними та вихідними даними.

Індикатор номеру циклу *i* індексується та з’єднується з виводом Δ.

В даному випадку *N* відображає максимальне значення інструментальної похибки, для якого виконуються розрахунки та побудова графіку.

Для відображення графіка залежності

$$H3 = f(\Delta)$$

використано функцію контролю *Waveform Graph*.

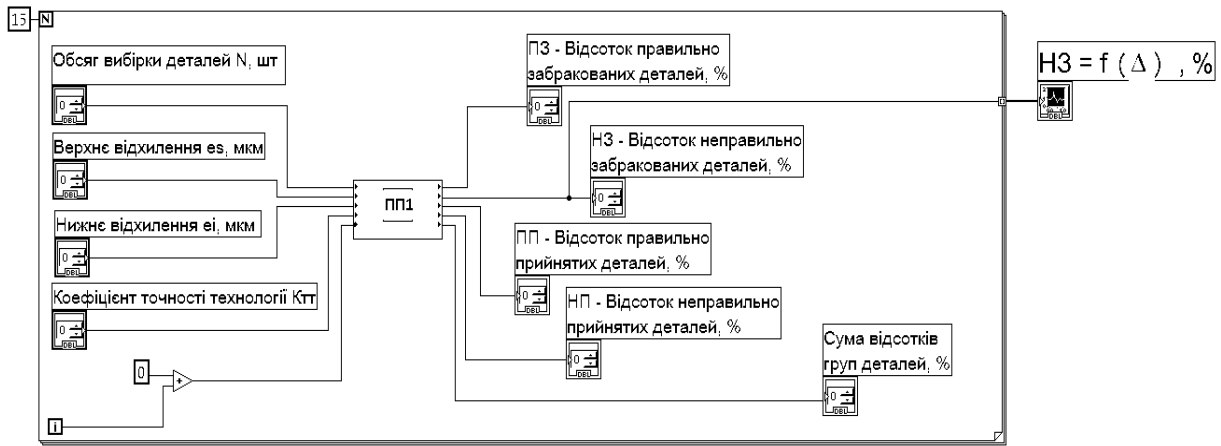


Рис. 6. Програмний код віртуального приладу для побудови графіка залежності $H3 = f(\Delta)$

Висновки

Здійснення імітаційно-статистичного моделювання в середовищі LabVIEW істотно скорочує час розрахунків, забезпечує наочність проведених аналізів при порівнянні альтернативних варіантів вибору засобів вимірювань.

Розрахунки можуть бути виконані з високою точністю, при яких довірча ймовірність визначення похибок контролю першого та другого роду може не перевищувати сотих часток відсотка.

Список літератури

1. Дербабa В.А. Моделирование влияния погрешностей измерения общих нормалей зубьев на показатели забраковки / В.А. Дербабa // Восточно-Европейский

журнал передовых технологий. – X., 2013. – № 6/4(66). – С. 48–52

2. Дербабa В.А. Evaluation of the adequacy of the statistical simulation modeling method while investigating the components presorting processes / В.А. Дербабa, В.В. Зиль, С.Т. Пацера // Науковий вісник Національного гірничого університету – Дніпропетровськ : НГУ, 2014. – № 5 (143). – С. 45–50.

3. Пацера С.Т. Изучение влияния расширенной неопределенности второго рода на риски изготовителя и заказчика методом статистического моделирования / С.Т. Пацера, В.И. Корсун, С.С. Курдюков // Системи обробки інформації. – X.: ХУПС, 2006. – № 7(56). – С. 62–64.

Надійшла до редколегії 18.04.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Р.П. Дідик, Національний гірничий університет, Дніпропетровськ.

АЛГОРИТМ ІМІТАЦІОННО-СТАТИСТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ЕГО ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ В NI LABVIEW

С.Т. Пацера, В.И. Корсун, В.А. Дербабa, П.О. Ружин

Разработана структурная модель измерительно-контрольной системы геометрических параметров гладких поверхностей и алгоритм расчета ошибок контроля первого и второго рода имитационно-статистическим методом. Предложен новый подход к численному моделированию точности технологического процесса при равномерном распределении отклонений геометрических параметров деталей от номинальных размеров. Полученные зависимости доли неправильно забракованных деталей от предельной погрешности средств измерений при приемочном контроле. Имитационно-статистическое моделирование проведено в среде LabVIEW, что существенно сокращает время расчетов, обеспечивает наглядность проведенных анализов при сравнении альтернативных вариантов выбора средств измерений. Расчеты могут быть выполнены с высокой точностью, при которых доверительная вероятность определения ошибок контроля может не превышать сотых долей процента.

Ключевые слова: приемочный контроль, погрешность измерения, статистическое моделирование, неправильно забракованные детали, геометрическое программирование.

THE ALGORITHM OF SIMULATION AND STATISTICAL MODELING OF CONTROL-MEASURING SYSTEMS AND SOFTWARE IMPLEMENTATION IN NI LABVIEW

S.T. Patsera, V.I. Korsun, V.A. Derbaba, P.O. Ruzhyn

It was developed the structural model of measuring and control system of geometric parameters of smooth surfaces and calculation algorithm of control's errors of the first and second kind by simulation and statistical method. It was suggested a new approach to numerical modeling of accuracy of technological process with a uniform distribution of deviations of geometrical parameters of parts from its nominal dimensions. It was obtained the dependence of the proportion of incorrectly rejected parts from the limiting error of measurement during the acceptance inspection. Simulation and statistical modeling was conducted in the environment of LabVIEW, which significantly reduces the computation time, provides the visibility tests during the comparing of alternative choices of measuring instruments. Calculations can be performed with high precision, in which the confidence probability of the risk determination of consumer and producer may not exceed hundredths of a percent.

Keywords: inspection, measurement error, statistical modeling, incorrectly rejected parts, geometric programming.