

остальным целям результативность значительно снизилась по сравнению с 2012 годом. Необходимо уделить особое внимание выполнению этих целей в будущем году, провести внеочередные проверки, аудиты и корректирующие мероприятия.



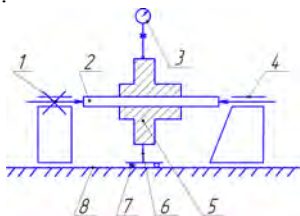
Рисунок 1 – Оценка результативности процессов

УДК 621.713.08:005.6(075.8)

### МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА КОНТРОЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОРМ ТОЧНОСТИ

Спесивцева Ю.Б., Гуляко Е.Н., Токаренко И.М.  
Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Республика Беларусь

Метрологическая экспертиза является частью комплекса работ по метрологическому обеспечению и может являться частью технической экспертизы конструкторской, технологической и проектной документации. Одна из целевых установок метрологической экспертизы: проверить корректность и удовлетворительный уровень требований к объекту (правильность предъявления требований, выполнение которых гарантирует нормальное функционирование объекта). Для реализации этой цели применим алгоритм методики проектирования норм точности [1]. В основе методики лежит «послойная» структуризация объекта проектирования в виде «иерархической пирамиды» с целью распределения комплексного показателя качества изделия в виде заданного допустимого диапазона рассеяния между его структурными элементами. Рассмотрим ее реализацию на примере приспособления для контроля направления зуба колеса зубчатого (рисунок 1).



1 – бабка с втулкой и неподвижным центром, 2 – контрольная оправка, 3 – индикаторная головка, 4 – бабка с втулкой и подвижным центром, 5 – контролируемая деталь, 6 – корпус, 7 – направляющие качения, 8 – плита.

Рисунок 1 – Схема приспособления

Применение для оценки результативности СМК описанной методики является нетрудоемким процессом, не требует привлечения специалистов высокой квалификации. Результаты можно наглядно представить в виде графиков и разместить на информационных стендах предприятия.

1 ЭТАП. Идентификация показателя качества изделия.

Допуск на погрешность направления зуба  $F_{\beta} = 25$  мкм. Допустимая погрешность измерения  $[\Delta] = 9$  мкм. Допустимая инструментальная составляющая погрешности  $[\Delta_{инстр}] = 8,4$  мкм.

2 ЭТАП. Представление структуры изделия в виде «иерархической пирамиды».

Основание пирамиды составляют первичные неопределенности, принадлежащие простейшим элементам конструкции изделия – деталям: рычаг, втулка, корпус, оправка, центра, подвижная и неподвижная бабки и др. Из соединений деталей образуются конструктивные цепи (КЦ), «материализующие» взаимное положение в пространстве схемных элементов и являющиеся основой для построения функциональных устройств (ФУ): индикаторная головка, рычажный механизм, устройство базирования. Схема изделия в таком виде отражает влияние структурных элементов на показатель качества по принципу: от сложного к простому.

3 ЭТАП. Распределение диапазона допустимых значений положения рабочего элемента изделия между его структурными элементами в виде полей допусков влияющих факторов.

Методика предполагает на каждом уровне пирамиды последовательное решение трех задач:

1. Выявление влияющих факторов
2. Определение их коэффициентов влияния
3. Комплексование по номинальным значениям, допускам и средним отклонениям

На высшем уровне «иерархической пирамиды» источниками неопределенности являются

функциональные устройства. Между ними распределяется значение инструментальной погрешности.

Затем осуществляется расчет точности каждого функционального устройства, наиболее сложным из которых является устройство базирования. Оно состоит из трех КЦ, определяющих неопределенность положения рабочих элементов ФУ (рабочих поверхностей центров и отверстия в кронштейне под измерительный преобразователь) относительно базирующего элемента (плиты) по шести степеням свободы.

Количественный анализ точности на уровне конструктивных цепей выполняется в виде расчетов размерных цепей. Положение каждого рабочего элемента базирующего функционального устройства в пространстве фиксирует материализованная размерная цепь. В свою очередь, каждая материализованная размерная цепь в общем случае включает шесть расчетных размерных цепей, определяющих положение рабочего элемента по конкретной координате. Функциональная точность контрольного приспособления рассматривается как неопределенность положения контролируемой детали относительно измерительного наконечника:

$$uz_{\phi y \Sigma} = uz + C_1 ux + C_2 uy + C_3 u\phi_x + C_4 u\phi_y + C_5 u\phi_z$$

где  $uz$  - основная комплексная составляющая неопределенности взаимного положения схемных элементов,

$ux, uy, u\phi_x, u\phi_y, u\phi_z$  - неопределенности взаимного положения схемных элементов, действующие в направлении остальных координат, но дающие свой вклад в суммарную неопределенность по основной координате пропорционально соответствующим коэффициентам влияния  $C_i$ .

В данном случае влияющими являются два угловых и два линейных смещения, для которых необходимо выявить первичные неопределенности влияющих параметров.

Рассмотрим одно из угловых смещений (остальные направления рассчитываются аналогично). В общем случае все неопределенности можно разделить на теоретические, свойства материала, технологические и эксплуатационные. В нашем случае присутствуют только технологические (рисунок 1): Г1 – отклонение от прямолинейности базовой поверхности основания, Г2 – отклонение от прямолинейности направляющей поверхности бабки 1, Г3 – отклонение от прямолинейности направляющей поверхности бабки 4, Г4 – отклонение от параллельности оси отверстия бабки 1 базовой поверхности, Г5 – отклонение от параллельности оси отверстия бабки 4 базовой поверхности, Г6 – отклонение профиля продольного сечения отверстия бабки 1, Г7 – отклонение профиля продольного сечения отверстия бабки 4, Г8 – биением втулки 1, Г9 – биение

втулки 4, Г10 – смещение в посадке бабка - втулка 1, Г11 – смещение в посадке бабка - втулка 4, Г12 – отклонение профиля продольного сечения отверстия втулки 4, Г13 – биение центра 1, Г14 – биение центра 4, Г15 – разновысотность центров, Г16 – биение оправки.

Приведем расчет некоторых из перечисленных первичных неопределенностей.

Г1: Смещение из-за отклонения от прямолинейности базовой поверхности основания (рисунок 2).

Угол перекоса равен:

$$\alpha = \arctg \frac{T_{\square}}{l_{пл}} = \arctg \frac{0,01}{150} = 0,004^{\circ}$$

где  $T_{\square}$  – допуск прямолинейности плиты (задан на сборочном чертеже 10 мкм)

$l_{пл}$  – нормируемая длина плиты (150 мм).

$\Delta_1 = \sin(\alpha) \cdot l_{дет} = \sin(0,004^{\circ}) \cdot 30 = 0,002$  мм  
где  $l_{дет}$  – длина контролируемой поверхности (30 мм)

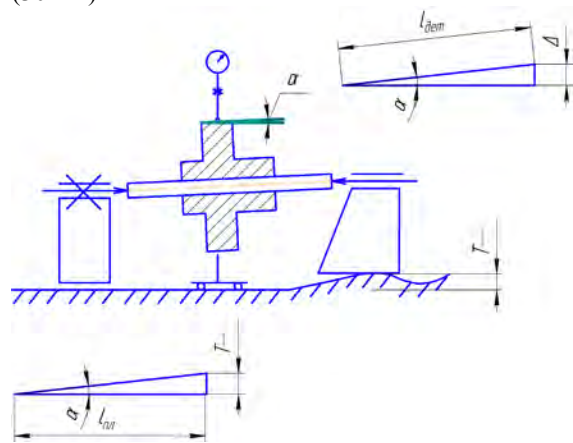


Рисунок 2 – Оценка влияния звена Г1

Г15: Смещение из-за разновысотности центров (рисунок 3).

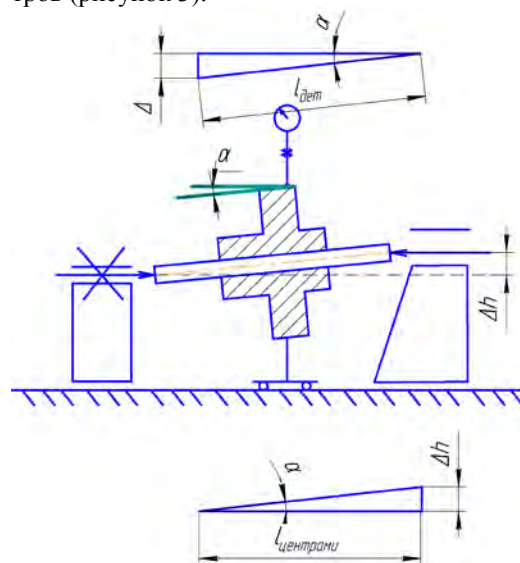


Рисунок 3 – Оценка влияния звена Г3

Угол перекоса:

$$\alpha = \arctg \frac{\Delta h}{l_{\text{центрами}}} = \arctg \frac{0,02}{500} = 0,0023^\circ$$

где  $\Delta h$  – разновысотность центров

$l_{\text{центрами}}$  – расстояние между центрами

$$\Delta_{17} = \sin(\alpha) \cdot l_{\text{дет}} = \sin(0,0023^\circ) \cdot 30 = 0,0012 \text{ мм}$$

где  $l_{\text{дет}}$  — длина контролируемой поверхности (30 мм)

УДК 006.065:658.62.018.012

## МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СИСТЕМ НЕОДНОРОДНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Хорлоогийн А.С., Дашкевич Е.А., Дашкевич Р.А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Решение современных задач управления сложными системами и объектами, широкомасштабное внедрение информационных технологий, необходимость повышения достоверности и качества исходной информации настоятельно требуют дальнейшего развития методов и алгоритмов обработки экспериментальных данных, анализа и моделирования процессов, характеризующих свойства изучаемого объекта. Одним из направлений такого развития является создание эффективных методов и алгоритмов, учитывающих неоднородность исходной информации. Такая неоднородность может носить различный характер и объективно обуславливаться разными причинами, связанными с особенностями конкретного объекта и/или со спецификой постановки задачи исследования.

При анализе процессов неоднородность может обуславливаться спонтанным изменением их характеристик, появлением аномальных наблюдений. При исследовании поведения многофакторных объектов зачастую приходится учитывать присутствие влияющих факторов как количественного, так и качественного характера. В задачах классификации неоднородность данных, их кластеризация является предпосылкой успешного решения данной задачи.

При оценивании объектов по значениям нескольких показателей приходится иметь дело не только с однородными показателями оцениваемого объекта. Нередко ставится задача оценки объекта по неоднородным показателям, то есть имеющим различные единицы измерения или измеренных в различных шкалах, то есть необходимо определить комплексный показатель объекта.

Сегодня одним из эффективных способов решения задачи оценки систем неоднородных показателей является применение экспертных методов оценки [1].

Достоинствами экспертного метода оценки любого оцениваемого объекта является:

Комплексирование первичных неопределенностей параметров осуществляется последовательно в рамках КЦ, ФУ, изделия. Рассчитанное значение сравнивается с допустимой инструментальной погрешностью.

1. Серенков П.С. Методы менеджмента качества. Проектирование норм точности / П.С. Серенков, Ю.Б.Спесивцева. – Минск: ИВЦ Минфина, 2009 – 336 с.

1. быстрота получения результатов без наличия нормативной базы;

2. возможность оценивания при невозможности измерить его характеристики количественными объективными методами.

Недостатками экспертного метода является его субъективность и соответствующие этому возможные погрешности результатов экспертизы, существенные затраты на привлечение опытных экспертов для участия в экспертных работах, влияние авторитетных членов экспертной группы и корпоративных интересов на мнение отдельных экспертов.

В качестве примера можно привести определение комплексной оценки физического состояния экспертными методами оценки.

Набор факторов в первую очередь зависит от цели физического совершенствования, то есть для разных целей определяются разные наборы показателей. Цели физического совершенствования можно условно разделить на три группы [2]:

1. Совершенствование физического развития организма (коррекция фигуры).
2. Совершенствование функционального состояния организма (улучшение работы сердечно-сосудистой системы, дыхательной системы и т.д.).
3. Совершенствование физической подготовки организма (улучшение быстроты, выносливости, силы и т.д.).

В этом случае возникает необходимость проводить оценивание показателей в одной шкале. Структура оцениваемых характеристик и свойств объекта позволяет воспользоваться методом анализа иерархий (МАИ) в классической интерпретации Т. Саати. Этот метод относится к классу критериальных и занимает особое место, благодаря тому, что он получил исключительно широкое распространение и активно применяется по сей день.

Однако в ряде исследовательских работ, посвященных анализу этого метода, была показана