

Шенкарь Татьяна Тарасовна

магистрант

Харченко Юлия Валерьевна

магистрант, техник деканата

ФГБОУ ВО «Донской государственный

технический университет»

г. Ростов-на-Дону, Ростовская область

ОЦЕНИВАНИЕ ПРИЕМЛЕМОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Аннотация: в статье рассмотрена методика сбора и обработки измерительной информации основных статистических характеристик, используемых для оценки качества и приемлемости измерительных процессов. Результаты анализа приемлемости измерительного процесса свидетельствуют о приемлемости данного измерительного процесса в целом.

Ключевые слова: оценка качества, статистические характеристики, оценка приемлемости, измерительный процесс.

Методика сбора и обработки измерительной информации основных статистических характеристик строится на основании измерений всех образцов выборки. При измерениях следует отбирать образцы в случайном порядке. Результаты измерений X_{ijk} для всех образцов, операторов и попыток представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты измерений в МПа

Операторы и попытки		Порядковые номера образцов										Средние и размахи, МПа
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
А	1	50,013	50,021	50,033	50,041	50,048	50,061	50,069	50,082	50,093	50,099	
	2	50,014	50,019	50,03	50,038	50,049	50,062	50,072	50,08	50,089	50,101	

Размах значений параметра образцов R_p , МПа	0,0893
Средний размах измерений $\bar{\bar{R}}$, МПа	0,003567
Размах между измерениями операторов R_o , МПа	0,000467

Осуществляются предварительные расчеты для анализа сходимости и воспроизводимости. Для каждого образца рассчитываются среднее значение результатов его измерений каждым из операторов $\bar{X}_{ij*}$ и размах результатов его измерений каждым из операторов R_{ij} . Также для каждого образца рассчитывается среднее значение $\bar{\bar{X}}_{i**}$ результатов его измерений всеми операторами по формуле:

$$\bar{\bar{X}}_{i**} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \bar{X}_{ij*}, \text{ МПа.}$$

Результаты измерений и предварительных расчетов сведены в форме таблицы (аналогичной таблице 1) в «Контрольном листе данных для расчета сходимости и воспроизводимости измерительного процесса». Осуществляется расчет оценок среднеквадратических отклонений (СКО) составляющих изменчивости измерительного процесса [1] Оценка СКО сходимости (повторяемости) измерительного процесса S_e определяется по формуле:

$$S_e = \frac{\bar{\bar{R}}}{D_2},$$

$$S_e = \frac{0,003567}{1,693} = 0,0021$$

где D_2 – константа для вычисления СКО с помощью размаха. При выборе константы D_2 для расчета сходимости принимают $H = Q$ и $G = MN$ ($D_2 = 1,693$).

Оценка СКО воспроизводимости измерительного процесса определяется по формуле:

$$S_o = \sqrt{\left[\frac{R_o}{D_2}\right]^2 - \left[\frac{S_e^2}{NQ}\right]},$$

где D_2 – константа для вычисления СКО с помощью размаха. При выборе константы D_2 для расчета воспроизводимости принимают $H = M$ и $G = 1$ ($D_2 = 1,91$).

Если под радикалом окажется отрицательное число, $S_o = 0$.

$S_o = 0$ т. к. дисперсия от оператора меньше чем дисперсия от оборудования. Оценка СКО изменчивости образца измерительного процесса S_p определяется по формуле:

$$S_p = \frac{R_p}{D_2},$$

$$S_p = \frac{0,0893}{1,91} = 0,0468$$

где D_2 – константа для вычисления СКО с помощью размаха. При выборе константы D_2 для вычисления изменчивости образца принимают $N = N$ и $G = 1$ ($D_2 = 1,91$).

Изменчивость какой-либо составляющей измерительного процесса определяется как доверительный интервал при уровне значимости α (рекомендуется $\alpha=0,99$) для истинного значения измеряемого параметра образца, то есть если X – результат одного измерения параметра образца, то истинное значение измеряемого параметра с вероятностью α будет лежать в интервале:

$$\left(X - \frac{K_\alpha S_*}{2}; X + \frac{K_\alpha S_*}{2}\right),$$

где K_α – определяют исходя из уровня значимости α и таблицы значений функции Лапласа. Для рекомендуемого уровня значимости $\alpha=0,99$ значение $K_\alpha=5,15$; S_* – СКО анализируемой составляющей изменчивости [2] Рассчитываются доверительные интервалы для составляющих изменчивости измерительного процесса для заданного уровня значимости α . Сходимость EV (повторяемость) результатов измерений рассчитывается по формуле:

$$EV = K_\alpha S_e, \text{ МПа}$$

$$EV = 5,15 \cdot 0,0021 = 0,01085 \text{ МПа.}$$

Воспроизводимость AV (изменчивость от операторов) результатов измерений рассчитывается по формуле:

$$AV = K_\alpha S_o, \text{ МПа}$$

$$AV = 5,15 \cdot 0 = 0 \text{ МПа.}$$

Изменчивость PV образцов рассчитывается по формуле:

$$PV = K_{\alpha} S_p, \text{ МПа}$$

$$PV = 5,15 \cdot 0,0468 = 0,2409 \text{ МПа.}$$

Сходимость и воспроизводимость $R\&R$ результатов измерений рассчитывается по формуле:

$$R\&R = \sqrt{EV^2 + AV^2}, \text{ МПа}$$

$$R\&R = \sqrt{0,01085^2 + 0^2} = 0,01085 \text{ МПа.}$$

Полная изменчивость TV измерительного процесса рассчитывается по формуле:

$$TV = \sqrt{R\&R^2 + PV^2}, \text{ МПа}$$

$$TV = \sqrt{0,01085^2 + 0,2409^2} = 0,272 \text{ МПа.}$$

Оценка приемлемости измерительного процесса заключается в сравнении его сходимости и воспроизводимости с полем допуска или полной изменчивостью измеряемого параметра образца.

Приемлемость измерительного процесса, применяемую для оценки соответствия измеряемого параметра образца допуску на него, определяют исходя из анализа величины относительной сходимости и воспроизводимости $\%R\&R_{SL}$, которая рассчитывается по формуле:

$$\%R\&R_{SL} = \frac{R\&R}{USL-LSL} 100$$

$$\%R\&R_{SL} = \frac{0,01085}{50,1-50,01} 100 = 12,06\%.$$

На основании величины относительной сходимости и воспроизводимости $\%R\&R_{SL}$ и в соответствии с рекомендациями, представленными в таблице 2, делаются выводы о приемлемости измерительного процесса для оценки соответствия допуску [3].

Таблица 2

Выводы о приемлемости измерительного процесса

Значение $\%R\&R_{SL}$	Выводы о приемлемости измерительного процесса
Менее 10	Измерительный процесс приемлем для оценки соответствия допуску

От 10 до 30	Измерительный процесс может быть приемлем в зависимости от важности применения, стоимости средств измерительной техники и т. п.
Более 30	Требуется улучшения измерительного процесса

Вывод: так как значение $\%R\&R_{SL}$ находится в пределах от 10 до 30, следовательно измерительный процесс может быть приемлем в зависимости от производственных факторов (стоимости измерительной техники, важности применения и т. п.).

Список литературы

1. О средствах измерения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://metrologu.ru> (дата обращения: 14.06.2016).
2. Раннев Г.Г. Методы и средства измерений: Учебник для вузов – М.: Академия, 2003.
3. Русин А.П. Методы и средства измерений: Курс лекций.