ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПНСТ 145— 2016

Статистические методы

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ

Часть 4

Оценка показателей пригодности и воспроизводимости процесса

(ISO 22514-4: 2016, NEQ)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Автономной некоммерческой организацией «Международный институт образования» (АНО «МИО»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 125 «Применение статистических методов»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 октября 2016 г. № 67-пнст

4 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений международного стандарта ИСО 22514-4:2016 «Статистические методы в управлении процессами. Воспроизводимость и пригодность. Часть 4. Оценка показателей воспроизводимости и пригодности процесса» (ISO 22514-4:2016 «Statistical methods in process management — Capability and performance — Part 4: Process capability estimates and performance measures», NEQ)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта и проведения его мониторинга установлены в ГОСТ Р 1.16—2011 (разделы 5 и 6).

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии собирает сведения о практическом применении настоящего стандарта. Данные сведения, а также замечания и предложения по содержанию стандарта можно направить не позднее чем за девять месяцев до истечения срока его действия разработчику настоящего стандарта по адресу: Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, корп. 2 и в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии по адресу: 109074, Москва, Китайгородский проезд, д. 7, стр. 1.

*В случае отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячных изданиях: информационном указателе «Национальные стандарты» и журнале «Вестник технического регулирования». Уведомление также будет размещено на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2016

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Обозначения 2
5 Параметры положения и изменчивости процесса 2
6 Воспроизводимость 2
7 Пригодность 4

Введение

Анализ воспроизводимости и пригодности ключевых процессов организации является основой деятельности организации. Для проведения такого анализа применимы методы, установленные в стандартах серии ГОСТ Р ИСО 22514. Улучшению оценок показателей пригодности и воспроизводимости процесса способствует постоянный мониторинг источников изменчивости процесса.

В условиях конкуренции для организации важна не только цена продукции или обслуживания, но также и затраты, которые несет покупатель при использовании продукции или услуги. Поэтому целью любой организации является непрерывное уменьшение изменчивости, а не только соответствие установленным требованиям.

Стратегия постоянного улучшения обеспечивает сокращение затрат, связанных с отказами, и обеспечивает устойчивое развитие организации в условиях конкуренции. Кроме того снижение изменчивости процесса позволяет сократить затраты на контроль или уменьшить частоту проведения контроля.

Организации также необходимо анализировать воспроизводимость и пригодность ключевых процессов ее поставщиков.

Количественная оценка изменчивости процесса позволяет сделать выводы о его пригодности и соответствии установленным требованиям.

Необходимо отметить, что изменчивость процесса может иметь краткосрочную или долгосрочную природу, а оценка показателей воспроизводимости за короткий период наблюдений может значительно отличаться от оценки тех же показателей за продолжительный период наблюдений.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ

Статистические методы

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ

Часть 4

Оценка показателей пригодности и воспроизводимости процесса

Statistical methods. Process management. Part 4.
Capability and process performance estimation process performance estimation

Срок действия — с 2017—01—01
по 2018—01—01

1 Область применения

В настоящем стандарте установлены наиболее применимые методы оценки показателей воспроизводимости и пригодности процесса.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р ИСО 22514-1—2015 Статистические методы. Управление процессами. Часть 1. Общие принципы

ГОСТ Р ИСО 22514-2—2015 Статистические методы. Управление процессами. Часть 2. Оценка пригодности и воспроизводимости процесса на основе модели его изменения во времени

ГОСТ Р ИСО 22514-3—2013 Статистические методы. Управление процессами. Часть 3. Анализ пригодности машин на основе данных измерений единиц продукции

ГОСТ Р ИСО 22514-6—2014 Статистические методы. Управление процессами. Часть 6. Статистики воспроизводимости процесса для многомерного нормального распределения

ГОСТ Р ИСО 22514-8—2015 Статистические методы. Управление процессами. Часть 8. Пригодность машин для процессов с несколькими состояниями

ГОСТ Р 50779.10—2000 Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения

ГОСТ Р 50779.11—2000 Статистические методы. Статистическое управление качеством. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 50779.10—2000, ГОСТ Р 50779.11—2000, ГОСТ Р ИСО 22514-1.

4 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

C_p — индекс воспроизводимости процесса;

C_{pk} — меньший индекс воспроизводимости процесса;

C_{pkL} — нижний индекс воспроизводимости процесса;

C_{pkU} — верхний индекс воспроизводимости процесса;

L — нижняя граница поля допуска;

μ — показатель положения процесса; математическое ожидание (среднее) совокупности;

P_p — индекс пригодности процесса;

P_{pk} — меньший индекс пригодности процесса;

P_{pkL} — нижний индекс пригодности процесса;

P_{pkU} — верхний индекс пригодности процесса;

$\overline{R}$ — выборочное среднее размахов в подгруппах;

σ — истинное стандартное отклонение совокупности;

$\hat{\sigma}_t$ — оценка общего стандартного отклонения;

U — верхняя граница поля допуска;

$X_{\alpha\,\%}$ — квантиль распределения уровня α %;

$\overline{X}$ — среднее арифметическое выборочных значений;

Y_1, Y_2 — значения, полученные по графику.

5 Параметры положения и изменчивости процесса

Общим параметром положения распределений является среднее (математическое ожидание) μ. В качестве оценки μ обычно используют выборочную медиану $X_{50\,\%}$.

Предпочтительным параметром, характеризующим собственную изменчивость процесса, является стандартное отклонение σ. В случае, когда процесс стабилен и находится в состоянии статистической управляемости, в качестве оценки σ часто используют размах $\overline{R}$.

Необходимо отличать стандартное отклонение, характеризующее только краткосрочную изменчивость процесса, и стандартное отклонение, характеризующее долгосрочную изменчивость процесса. Часто для данных, собранных в течение продолжительного периода времени, оценка стандартного отклонения больше за счет учета обеих составляющих изменчивости процесса.

6 Воспроизводимость

6.1 Основные положения

Показатель воспроизводимости процесса — мера собственной изменчивости процесса. Изменчивость, присущая процессу, когда он находится в состоянии статистической управляемости, является собственной изменчивостью процесса. Она характеризует изменчивость, остающуюся после устранения всех известных причин. Если при этом контроль процесса осуществляют с использованием контрольной карты, то контрольная карта показывает, что процесс находится в управляемом состоянии.

Воспроизводимость процесса часто оценивают по доле продукции, характеристика которой находится в пределах границ поля допуска. Так как процесс в статистически управляемом состоянии может быть описан прогнозируемым распределением, может быть оценена доля продукции, характеристика которой выходит за границы поля допуска.

Действия по управлению процессом, направленные на уменьшение изменчивости, вызванной случайными причинами, позволяют улучшить соответствие процесса установленным требованиям.

Для анализа воспроизводимости необходимо:

а) определить процесс и условия его эксплуатации. При изменении этих условий необходимо провести новые исследования процесса;

б) определить оценки параметров краткосрочной и долгосрочной изменчивости в виде доли общей изменчивости и минимизировать их;

в) поддерживать стабильность процесса и обеспечивать его статистическую управляемость;

г) определить оценку оставшейся собственной изменчивости процесса;

д) выбрать соответствующий параметр воспроизводимости процесса.

При анализе воспроизводимости процесса необходимо выполнять следующие требования:

- должны быть установлены все требования производственной среды (например, требования по температуре и влажности);
- должны быть установлены требования к неопределенности результатов измерений;
- должна быть обеспечена возможность анализа многофакторных, многоуровневых аспектов процесса;
- должна быть установлена и зарегистрирована продолжительность сбора данных;
- должны быть установлены периодичность отбора выборки, а также дата начала и конца сбора данных;
- при управлении процессом должна быть использована контрольная карта;
- процесс должен находиться в состоянии статистической управляемости.

Необходимо проверить контрольную карту, данные которой были использованы для статистического контроля, и гистограмму данных со всеми установленными границами, нанесенными на нее. Необходимо проверить нормальность распределения с помощью валидированного критерия.

Должны быть найдены объяснения аномалий данных и выполнены соответствующие действия с данными до вычисления исследуемого показателя. Исключение данных, выделяющихся относительно остальных, без их анализа, является неприемлемым. Такие отклонения могут нести информацию о свойствах процесса и должны быть исследованы.

Воспроизводимость процесса является статистической мерой собственной изменчивости процесса для исследуемой характеристики. Обычно метод использует опорный интервал, включающий 99,73 % значений характеристики процесса, находящегося в состоянии статистической управляемости, границы которого отсекают 0,135 % наблюдений с каждой стороны распределения. Этот интервал применяют, даже если распределение значений наблюдаемой характеристики не является нормальным. Для нормального распределения длина опорного интервала составляет шесть стандартных отклонений (см. рисунок 1).

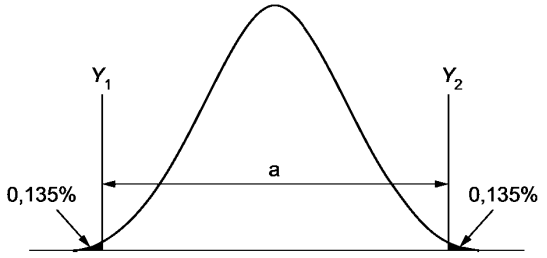


Рисунок 1 — Опорный интервал 99,73 %

При исследовании особых источников изменчивости процесса, таких как многопоточный станок (например, формовочный процесс с несколькими одновременно заполняемыми формами), распределение значений характеристики процесса может быть приблизительно нормальным, но с большей изменчивостью. Важно установить, как вычислено стандартное отклонение, а также стратегию отбора выборки, объем выборки и количество продукции, изготовленной между отбором выборок, поскольку все это влияет на достоверность оценки воспроизводимости процесса.

При анализе воспроизводимости обычно используют данные, приведенные на контрольной карте. Особенности контрольной карты должны быть указаны при анализе воспроизводимости процесса.

Даже если процесс можно считать воспроизводимым, но мода распределения процесса смещена относительно границ поля допуска, могут появиться значения (точки) за пределами границ поля допуска. Поэтому кроме интервала изменчивости процесса необходимо определить оценку параметра положения распределения процесса. Более детально методы оценки воспроизводимости приведены в ГОСТ Р ИСО 22514-2. Методы оценки воспроизводимости для многомерных показателей приведены в ГОСТ Р ИСО 22514-6.

6.2 Индексы воспроизводимости процесса

Использование индекса воспроизводимости процесса позволяет охарактеризовать состояние процесса. Существует несколько индексов.

Часто используемый индекс воспроизводимости процесса представляет собой отношение разности границ поля допуска к длине опорного интервала. Его обозначают C_p. Таким образом

$$C_p = \frac{U - L}{X_{99,865\,\%} - X_{0,135\,\%}},$$

где L — нижняя граница поля допуска;

U — верхняя граница поля допуска.

Существуют другие индексы, характеризующие как положение, так и изменчивость процесса. Наиболее используемый из них индекс C_{pk}. Если этот индекс менее заданной величины, то считают, что в процессе изготовления слишком большая доля единиц продукции имеет значения характеристики, выходящие за границы поля допуска.

Индекс C_{pk} равен отношению разности границ поля допуска и параметра положения процесса к разности соответствующей естественной границы значений процесса и параметра положения процесса

$$C_{pkU} = \frac{U - X_{50\,\%}}{X_{99,865\,\%} - X_{50\,\%}},$$

$$C_{pkL} = \frac{X_{50\,\%} - L}{X_{50\,\%} - X_{135\,\%}},$$

где L — нижняя граница поля допуска;

U — верхняя граница поля допуска;

$X_{50\,\%}$ — квантиль распределения процесса уровня 50 %.

Как правило, индекс C_{pk} имеет меньшее значение, чем C_{pkU} и C_{pkL}.

Эти индексы предоставляют информацию о том, насколько плотно сгруппированы значения характеристики вокруг центральной линии и могут ли быть нарушены требования спецификации. Даже если индекс C_p принимает достаточно высокое значение, низкое значение индекса C_{pk} показывает, что процесс слабо сконцентрирован вокруг центральной линии и вероятность появления значений характеристики, выходящих за границы установленных требований, высока.

7 Пригодность

7.1 Основные положения

Пригодность процесса характеризует достигнутое распределение результатов. Важное различие между пригодностью и воспроизводимостью процесса состоит в том, что анализ пригодности процесса выполняют для процессов, состояние статистической управляемости которых не установлено. При анализе пригодности процесса:

- должны быть установлены все технические условия, в том числе требования производственной среды, например, требования по температуре и влажности;
- должны быть установлены требования к неопределенности результатов измерений;
- должна быть обеспечена возможность анализа многофакторных и многоуровневых аспектов процесса;
- данные должны быть собраны в течение установленного периода времени и зарегистрированы;
- частота отбора выборки, а также время начала и конца сбора данных должно соответствовать установленному.

Примечание — Процесс может не находиться в состоянии статистической управляемости, в частности, полученные ранее данные могут быть использованы для анализа пригодности процесса. Методы оценки пригодности процессов в более сложных ситуациях приведены в ГОСТ Р ИСО 22514-3—2013 и ГОСТ Р ИСО 22514-8—2015.

7.2 Индексы пригодности процесса

Индексы пригодности процесса обозначают P_p, P_{pkU} и P_{pkL} соответственно.

Если наблюдаемые значения подчиняются нормальному распределению, длина опорного интервала равна $6\sigma_t$, где σ_t — общее стандартное отклонение. Поэтому индекс P_p может быть представлен в виде

$$P_p = \frac{U - L}{6\sigma_t}.$$

Для определения оценки индекса P_p необходимо получить оценку $\hat{\sigma}_t$ общего стандартного отклонения (σ_t). На практике $\hat{\sigma}_t$ представляет собой оценку стандартного отклонения по всей совокупности данных.

Если наблюдаемые значения подчиняются нормальному распределению, квантиль $X_{50\ \%}$ равна среднему распределения, μ. Каждая разность ($X_{99{,}865\ \%} - X_{50\ \%}$) и ($X_{50\ \%} - X_{0{,}135\ \%}$) равна $3\sigma_t$. Поэтому индекс P_{pk} является меньшим из двух значений

$$P_{pkU} = \frac{U - \mu}{3\sigma_t},$$

$$P_{pkL} = \frac{\mu - L}{3\sigma_t},$$

$$P_{pk} = \min\{P_{pkU}, P_{pkL}\}.$$

Оценки P_{pk} имеют вид

$$\hat{P}_{pkU} = \frac{U - \overline{X}}{3\hat{\sigma}_t},$$

$$\hat{P}_{pkL} = \frac{\overline{X} - L}{3\hat{\sigma}_t},$$

$$\hat{P}_{pk} = \min\{\hat{P}_{pkU}, \hat{P}_{pkL}\}.$$

Таким образом, чем меньше значение индексов, тем больше доля единиц, не удовлетворяющих требованиям, изготовленной процессом продукции.

УДК 658.562.012.7:65.012.122:006.354 ОКС 03.120.30 Т59

Ключевые слова: статистическое управление процессом, границы поля допуска, границы опорного интервала, показатель воспроизводимости процесса, показатель пригодности процесса, индекс воспроизводимости процесса, индекс пригодности процесса

Редактор *Р.Е. Макарюк*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 12.10.2016. Подписано в печать 21.10.2016. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,27. Тираж 29 экз. Зак. 2610.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru