

УДК 347.823.21

DOI 10.51955/2312-1327_2022_4_6

АЛГОРИТМ ПРИМЕНИМОСТИ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ, РЕГУЛИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОДУКЦИИ

*Николай Сергеевич Херсонский,
orcid.org/0000-0003-1296-7131,
кандидат технических наук,
генеральный директор ООО «СОЮЗСЕРТ»,
ул. Викторенко, д. 7, корпус 30
Москва, 125167, Россия
hersn@yandex.ru*

*Людмила Геннадьевна Большедворская,
orcid.org/0000-0002-1425-7398,
доктор технических наук, профессор кафедры БПиЖД
Московский государственный технический
университет гражданской авиации,
Кронштадтский бульвар, д. 20
Москва, 125993, Россия
l.bolshedvorskaya@mstuca.aero*

Аннотация. Статья является результатом логического продолжения ранее проводимого исследования, посвященного определению практической применимости статистических методов для оценки соответствия производимой продукции требованиям нормативной документации, и отражает их применение в зависимости от этапов жизненного цикла продукции. Полученные результаты позволяют предположить, что применение данного метода в различных отраслях промышленности (авиационной, машиностроении, судостроительной, оборонной и др.) позволит существенно повысить качество готовой продукции, а также гарантировать эксплуатационную работоспособность комплектующих изделий, выпускаемых отечественными производителями в формате решения задачи импортозамещения.

Ключевые слова: безопасность полетов, импортозамещение, продукция, качество готовой продукции и комплектующих изделий, несоответствующая продукция.

ALGORITHM OF APPLICABILITY OF STATISTICAL METHODS FOR CONTROL, REGULATION AND PREDICTION OF OUTPUT PARAMETERS OF PRODUCTS

*Nikolai S. Khersonsky,
orcid.org/0000-0003-1296-7131,
candidate of technical sciences,
General Director of SOYUZCERT LLC,
7, building 30, Viktorenko St.
Moscow, 125167, Russia
hersn@yandex.ru*

*Ludmila G. Bolshedvorskaya,
orcid.org/0000-0002-1425-7398,
Doctor of Technical Sciences
Professor of the Department of BP&ZhD
Moscow State Technical University of Civil Aviation,
Kronstadtsky boulevard, 20
Moscow, 125993, Russia
l.bolshedvorskaya@mstuca.aero*

Abstract. Logically, the article is a continuation of an earlier study devoted to determining the practical applicability of statistical methods for assessing the compliance of manufactured products with the requirements of regulatory documentation and reflects their application depending on the stages of the product life cycle. The results obtained suggest that the application of this method in various industries (aviation, mechanical engineering, shipbuilding, defense, etc.) will significantly improve the quality of finished products, as well as guarantee the operational performance of components manufactured by domestic manufacturers in the format of solving the problem of import substitution.

Key words: flight safety, import substitution, products, quality of finished products and components, non-conforming products.

Введение

В работе «Управление процессом оценки несоответствующей продукции на основе применения статистических методов» был впервые предложен подход к определению практической применимости статистических методов для оценки соответствия производимой продукции требованиям нормативной документации и обоснованию целесообразности стратегического планирования их производства [Херсонский и др., 2022, с. 33-47].

Данная работа отражает результаты дополнительного исследования, посвященного разработке алгоритма применимости статистических методов контроля, регулирования и прогнозирования выходных параметров продукции с целью выявления основных причин-факторов, влияющих на качество готовой продукции и обоснованию мероприятий по уменьшению количества несоответствующей продукции [Деминг, 2019, 182 с.]. Особенно это важно для изготовления комплектующих изделий, которые идут в ответственные сборки воздушных судов (ВС). Отклонения значений выходных параметров комплектующих изделий за пределы поля допуска могут привести к увеличению риска в части безопасности полетов¹ [Херсонский и др., 2022, с. 33-47].

Фундаментальную основу проводимого исследования предопределило выполнение следующих задач:

- проведение статистического анализа процесса продукции относительно выходных параметров;
- выбор планов статистического регулирования, статистического приемочного контроля, статистического приемочного контроля с пропуском партий продукции относительно выходных параметров.

¹ ИЕС 31010:2019 «Менеджмент риска. Технологии оценки риска»

Материалы и методы

Материалом исследования послужили результаты научных и практических достижений в области статистического контроля качества и внедрения статистических методов, которые можно представить в формате пяти групп:

- методы высокого уровня сложности, включающие методы кластерного анализа, многофакторный (дисперсионный) анализ, методы исследования операций;

- специальные методы, используемые при разработке операций технического контроля, планирования экспериментов;

- методы общего назначения, в разработку которых значительный вклад привнесли японские специалисты. К ним относятся «семь инструментов качества», включающие контрольные листки, графики, диаграммы Парето, диаграммы Исикавы;

- промежуточные статистические методы, включающие теорию выборочных исследований, статистический выборочный контроль: методы проведения статистических оценок и определения критериев, методы планирования и расчета экспериментов, корреляционный и регрессионный анализы;

- методы описательной статистики: планирование экспериментов, выборочный контроль, статистическое установление допуска, анализ точности измерений, статистический контроль процессов, статистическое регулирование процессов, анализ причин несоответствия.

Для проведения экспериментального исследования и анализа полученных результатов использованы, преимущественно, методы промежуточной и описательной статистики.

Результаты

По справедливому мнению авторов многочисленных исследований отмечается, что процесс организации контроля за качеством продукции на современном производстве должен обеспечивать оперативность реагирования на проблемы, возникающие из-за воздействия факторов внутреннего и внешнего характера на выходные параметры продукции [Гирилович и др. 2021, с. 40-45; Закс, 1976; Критина и др. 2018, с. 68-73; Михайловский и др. 2011, с. 49-51; Толмачев 2011, с. 21-54]. В большинстве случаев в производственном процессе контролируются, как правило, несколько показателей одновременно, причем изменение величин одних показателей приводит к изменению других. При наличии таких зависимостей используют средства многомерного статистического контроля [Бессонов 2011, с. 24-29; Гарина 2021, с. 13-18; Орешин 2006, с. 12-16]. Но отсутствие механизма извлечения максимального количества данных о процессах производства продукции с целью постоянного их совершенствования посредством логически выстроенного алгоритма лишает их практической применимости.

По определению «алгоритм» — это система последовательных операций в соответствии с определенными правилами для решения некоторой конкретной задачи. Другими словами, это совокупность последовательных шагов или схема действий, которые могут привести к желаемому результату [Камышев 2017, с. 40-48; Комков и др. 2015, с. 348-381].

Исходя из вышеизложенных и рассмотренных фактов, в работе предложен алгоритм применимости статистических методов контроля выходных параметров продукции, за основу которого принята система, выстроенная на следующих принципах:

- проведение статистического анализа производства продукции;
- выбор планов статистического регулирования и статистического приемочного контроля процесса производства продукции;
- выбор планов статистического приемочного контроля с пропуском партий продукции.

Для оценки индекса пригодности характеристик технологического процесса относительно выходных параметров продукции может быть применен коэффициент точности K_T , обратный индексу пригодности (PCI)¹. Значение коэффициента позволит определить статистическую управляемость процесса относительно выходных параметров продукции.

На примере проведения прессования детали из конкретного продукта рассмотрим применимость определенных характеристик этого процесса относительно выходного параметра – высоты.

Результаты измерений детали приведены в таблице 1.

Стабильность технологического процесса изготовления детали определялась по критерию Кокрена [Закс, 1976]:

$$\mathfrak{J} = \frac{S_{\max}^2}{\sum_1^k S_i^2} = \frac{0,424}{1,116} = 0,38 \quad (1)$$

где: S_i^2 – выборочная дисперсия для $k = 5$ выборок,

S_{\max}^2 – наибольшая из выборочных дисперсий.

Т а б л и ц а 1 – Результаты измерений выходного параметра высоты детали

№ детали в выборке	Значения высоты детали, H_{ij} ($i=1,2, \dots,10$; $j=1,2, \dots,5$), мм				
	Номера выборок ($j=1,2, \dots,5$)				
	J=1	J=2	J=3	J=4	j-5
1	2	3	4	5	6
1	52,5	50,2	50,5	50,5	50,5
2	52,0	51,1	50,5	51,0	50,4
3	52,2	50,5	52,1	50,2	50,3

¹ ГОСТ Р 50779.46–2012 «Статистические методы. Управление процессами. Часть 4. Оценка показателей воспроизводимости и пригодности процесса», 47 стр.

4	52,9	50,3	51,1	51,2	50,4
5	52,4	50,5	50,8	50,7	50,5
6	51,5	50,8	50,2	50,5	50,4
7	52,3	50,4	52,1	50,5	50,5
8	51,9	50,5	50,6	52,1	50,4
9	52,0	50,3	51,1	51,0	50,5
10	52,8	51,2	51,2	51,5	50,5
	$\bar{H}_1 = 52,2$ $S^2_1 = 0,183$	$\bar{H}_2 = 50,6$ $S^2_2 = 0,178$	$\bar{H}_3 = 51,0$ $S^2_3 = 0,424$	$\bar{H}_4 = 50,9$ $S^2_4 = 0,324$	$\bar{H}_5 = 50,4$ $S^2_5 = 0,007$

Сравнив рассчитанные выходные параметры с критическим значением критерия Кокрена $\mathfrak{Z}_{0,05/k;n-1}^*$, взятым из таблиц работы [Закс, 1976], следует сделать вывод, что процесс по точности можно считать стабильным, поскольку критическое значение критерия Кокрена составило величину $\mathfrak{Z}_{0,05/k;n-1}^* = 0,42$. Так как $\mathfrak{Z} < \mathfrak{Z}_{0,05/k;n-1}^*$, то процесс считается стабильным со статистической надежностью $1 - \alpha = 0,95$.

Для определения стабильности настройки технологического процесса изготовления деталей в работе проведена оценка влияния наиболее значимого фактора A на изменение высоты детали – H_{ij} :

$$Q_o = \sum_{j=1}^5 \sum_{i=1}^{10} (H_{ij} - \bar{H}_j)^2 = 10,04 \text{ – влияние фактора } A \text{ между выборками;}$$

$$Q_A = 10 \sum_{j=1}^5 (\bar{H}_j - \bar{\bar{H}})^2 = 19,70 \text{ – влияние фактора } A \text{ внутри каждой выборки,}$$

где:

$$\bar{\bar{H}} = \frac{1}{10} \frac{1}{5} \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^5 H_{ij} = 51,00 \text{ – среднее арифметическое значение высоты}$$

деталей по всем выборкам;

$$\bar{H}_j = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} H_{ij} \text{ – среднее арифметическое значение высоты деталей по}$$

одной выборке;

$j=1, 2, \dots, 5$ – порядковый номер выборки.

Для определения влияния значимого фактора A в целом необходимо определить величину статистики Фишера из работы [Закс, 1976]:

$$F = \frac{Q_A j(10-1)}{Q_o(j-1)} = 22,06 \quad (2)$$

Для степеней свободы $V_1 = j - 1 = 4$ и $V_2 = 5(10 - 1) = 45$ при уровне значимости $\alpha = 0,05$ в работе [Закс, 1976] выбирается критическое значение критерия Фишера $F^* = 2,57$, согласно которому, если $F > F^*$, то настройка технологического процесса прессования детали относительно выходного параметра высоты считается нестабильной.

Коэффициент точности технологического процесса изготовления детали относительно выходного параметра высоты определяется по формуле:

$$K_T = \frac{6\sigma}{\Delta_{\text{черт.}}} = 1,04 \quad (3)$$

где: σ – среднее квадратическое отклонение процесса, равное:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 S_j^2} = 1,05 \quad (4)$$

$\Delta_{\text{черт.}} = 6,0$ – поле допуска по чертежу на величину высоты детали.

Обычно значение $K_T < 0,85$, поэтому можно сделать вывод, что в рассматриваемом примере технологический процесс не находится в состоянии статистической управляемости относительно выходного параметра высоты.

Рассчитанные характеристики процесса прессования детали относительно ее выходного параметра высоты позволяют судить о невозможности перевода существующего контроля высоты детали по планам статистического приемочного контроля посредством альтернативного или количественного признака.

Дискуссия

Значения характеристик позволяют выявить причины нестабильности процесса и в итоге определить явные или скрытые причины возникновения несоответствующей продукции по выходному параметру изготавливаемой продукции [Баляев и др. 2016, с. 51-54; Лобастов и др. 2020, с. 139-145]. Например, нестабильность процесса настройки во времени может быть уменьшена за счет применения плана статистического регулирования изготовления продукции относительно ее выходных параметров. Статистическое регулирование учитывает вариабельность, т. е. изменчивость, и по результатам выборочного контроля выходных параметров продукции, осуществляемое для технологического обеспечения требуемого уровня качества, позволяет осуществить корректировку значений параметров технологического процесса.

Результаты периодического выборочного контроля при статистическом регулировании технологических процессов могут быть оценены по статистическим характеристикам, классифицируемым по двум признакам: количественному и альтернативному. Значения статистических характеристик, полученные на основании результатов периодического выборочного контроля, заносятся в контрольную карту.

Для перехода к этапу контроля, регулирования и прогнозирования выходных параметров продукции необходимо выбрать вид контрольных карт с учетом выходных параметров продукции.

Предположим, что предприятием принято решение осуществлять регулирование уровня наладки процесса изготовления прессованной детали относительно выходного параметра высоты (с чертежным допуском $H=24^{(+0,14)}$ и Pa категории значимости), используя контрольные карты для арифметического среднего с предупреждающими границами.

Из таблиц классификации параметров для выходного параметра высоты детали для Pa категории значимости параметра определяют, что $q_n = 0,25\%$ и

$q_m = 2,50\%$. План статистического регулирования выбирают для $\alpha = 0,01$ – риск поставщика, $\beta = 0,1$ – риск потребителя¹.

Задаются значением объема выборки, например, $n = 5$ и на пересечении строки для объемов выборок n и столбцов соответствующих уровней качества определяют значение $A_{\bar{X}} = 0,172$.

Вычисляют верхнюю и нижнюю границы регулирования по уравнениям:

$$\begin{aligned} a^+ &= \mu_0 + A_{\bar{X}} \cdot \delta, \\ a^- &= \mu_0 - A_{\bar{X}} \cdot \delta, \end{aligned}$$

где: δ – допуск на контролируемый параметр высоту детали

$$a^+ = 24,07 + 0,172 \cdot 0,14(0,02) = 24,09$$

$$a^- = 24,07 - 0,172 \cdot 0,14(0,02) = 24,05$$

Пример заполнения контрольной карты и расчета средних арифметических значений \bar{X} для выходного параметра высоты детали $N=24^{+0,14}$ ($\mu_0 = 24,07$ – центр поля допуска) приведен на рис. 1.

Контроль за изменением выборочных значений выходного параметра детали позволяет установить, в каком случае технологический процесс прессования протекает удовлетворительно, поскольку выход значений, например, высоты изделия, за границы регулирования статистического допуска может свидетельствовать о нарушении технологического процесса прессования.

Практическим достоинством метода является то, что по сигналу о нарушении технологического процесса прессования он может быть оперативно остановлен с целью установления причины, вызвавшей нарушение процесса, и произведены соответствующие корректирующие действия слесарем-наладчиком или контролером отдела технического контроля.

¹ ОСТ 84-612-79 Комплексная система контроля качества. Статистические методы контроля линейных и физических параметров по альтернативному признаку. -75с.

Шифр продукции и регулируемые параметры	Дата, номера выборок																Цех 2 Участок 1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Деталь 3																	Выборка из 5 деталей
24.00																	
a ^{24.04} =24,07 a ^{24.10}																	Наладчик
24.14																	
Границы регулирования a ^{24.10} a ^{24.04} Выходной параметр пресованной детали – высота.																	Рабочий
24,03	24,02	24,08	24,05	24,06	24,07	24,00	24,06	24,07	24,05	24,10	24,14	24,08	24,03	24,05	24,04		
	24,02	24,04	24,05	24,05	24,08	24,09	24,03	24,07	24,08	24,08	24,10	24,07	24,05	24,08	24,04	24,10	При-мечание
	24,05	24,04	24,04	24,07	24,09	24,03	24,04	24,09	24,09	24,06	24,09	24,06	24,06	24,07	24,05	24,09	
	24,08	24,06	24,04	24,07	24,09	24,05	24,03	24,08	24,07	24,05	24,08	24,12	24,05	24,10	24,04	24,09	
	24,09	24,08	24,06	24,08	24,06	24,05	24,03	24,07	24,05	24,06	24,07	24,11	24,07	24,02	24,05	24,06	
	24,05	24,04	24,05	24,06	24,07	24,05	24,03	24,07	24,07	24,06	24,08	24,10	24,06	24,06	24,04	24,08	
Замечание и подпись контролера																	
Оценка за смену мастер ОТК																	
Ознакомился мастер цеха																	

Рис. 1 – Пример заполнения контрольной карты

Для достижения приемлемого уровня качества^{1,2} процедуры статистического приемочного контроля выходного параметра высоты детали можно проводить по планам статистического приемочного контроля последовательных партий в зависимости от общего объема или сменной выработки и приемлемого уровня качества q_n , взятого из таблиц классификации для параметра высоты детали.

Авторами выбраны процедуры статистического приемочного контроля по альтернативному признаку выходного параметра высоты деталей, которые осуществляются по системе корректируемых планов контроля⁴.

На основании полученных результатов решение о качестве партии должно приниматься с учетом следующих процедур:

- если количество несоответствующей продукции в выборке по контролируемому параметру (высоте d) равно или менее приемочного числа C ($d \leq 1$), то партия деталей по этому параметру принимается;
- если количество несоответствующей продукции d по контролируемому параметру (высоте d) больше приемочного числа C ($d \geq 1$), то партия деталей по этому параметру бракуется и возвращается цеху-изготовителю для разбраковки сплошным контролем.

Порядок проведения процедуры статистического приемочного контроля по альтернативному признаку следует оформлять в виде инструкционной карты, форма которой разрабатывается технологом цеха.

¹ ГОСТ Р ИСО 2859-1-2007 Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 1. Планы выборочного контроля последовательных партий на основе приемлемого уровня качества.

² ГОСТ 84-612-79 Комплексная система контроля качества. Статистические методы контроля линейных и физических параметров по альтернативному признаку. -75с.

При разработке процедур статистического приемочного контроля по альтернативному признаку можно использовать дополнительные возможности посредством применения оперативных характеристик планов контроля. Наличие оперативных характеристик позволит оценивать конкретные риски поставщика и риски потребителя³.

Недостатком статистического приемочного контроля выходного параметра высоты детали по альтернативному признаку является недостаточность информативности^{3,4}. В связи с этим требуются большие объемы выборок деталей для контроля. Например, для объема партии 5000 деталей объем выборки для усиленного контроля по альтернативному признаку составляет 320 деталей. Согласно рекомендациям¹ допускается применение процедур выборочного контроля по количественному признаку, где объем выборки значительно меньше, но трудоемкость контроля выше (для этих же условий – объем выборки составляет 18 деталей).

Если производственное подразделение довольно долго выпускает продукцию с высоким качеством по выходным параметрам, доказывая стабильный уровень, то следует применять процедуры статистического приемочного контроля по альтернативному признаку с пропуском партий: например, проверять одну из четырех². Это обусловлено тем, что, обладая накопленной (априорной) информацией о результатах контроля выходных параметров продукции за довольно большой промежуток времени, можно быть уверенными в достоверности полученных результатов.

Контроль может быть проведен как поставщиком, так и потребителем, или организован между технологическими операциями производственного процесса. Процедуры статистического приемочного контроля по альтернативному признаку с пропуском партий предназначены для использования совместно с процедурами статистического приемочного контроля по альтернативному признаку последовательных партий, но при наличии режима реализации нормального или ослабленного контроля.

Заключение

Проведенное исследование является логическим продолжением работы в области определения практической применимости статистических методов для оценки соответствия производимой продукции требованиям нормативной документации и включают следующие этапы:

– разработку методов определения ряда важных характеристик технологических процессов изготовления продукции относительно выходных параметров;

– процедуры статистического регулирования на примере процесса изготовления продукции по контрольным картам для арифметического

¹ ГОСТ Р ИСО 3951-1-2007 Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по количественному признаку. Часть 1. Требования к одноступенчатым планам на основе предела приемлемого качества для контроля последовательности партий по единственной характеристике и единственному AQL.

² ГОСТ Р ИСО 2859-3-2009. Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 3. Контроль с пропуском партий

среднего с предупреждающими границами относительно выходных параметров;

– процедуры выбора корректируемых планов статистического приемочного контроля по альтернативному или количественному признаку выходных параметров продукции, в том числе и планов статистического приемочного контроля с пропуском партий, в зависимости от уровней качества q_n .

Практическое применение исследований показано на примере технологического процесса прессования цилиндрических деталей из различных продуктов.

Таким образом, следует подчеркнуть целесообразность продолжения исследования по разработке системы статистических методов контроля, регулирования и прогнозирования выходных параметров продукции, позволяющих обеспечить широкомасштабное ее применение в различных отраслях промышленности. Система не только позволит уменьшить количество несоответствующей продукции, но и обеспечить стабильное прогнозирование качества на определённый период времени (неделю, месяц, полгода и т. д.).

Библиографический список

- Баляев И. В.* Управление несоответствующей продукцией при проектировании объектов / И. В. Баляев, В. М. Давыдов // В сборнике: Качество в производственных и социально-экономических системах. Сборник научных трудов 4-й Международной научно-технической конференции. Министерство образования и науки РФ; Юго-Западный государственный университет. 2016. С. 51-54.
- Бессонов А. И.* Оценка и переоценка поставщиков продукции как метод повышения эффективности организации / А. И. Бессонов, В. А. Копнов // Методы менеджмента качества. 2011. № 6. С. 24-29.
- Гарина Е. П.* Управление несоответствием и корректирующие действия на производстве в рамках управлением качеством / Е. П. Гарина, А. П. Гарин, Я. В. Бацына, Т. В. Паленова // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2021. № 3-1. С. 13-18.
- Гирилович Н. В.* Применение статистических методов при анализе несоответствий несоответствующей продукции в процессе производства / Н. В. Гирилович, Г. В. Довгополая // Литье и металлургия. 2021. № 3. С. 40-45.
- Деминг Э.* Менеджмент нового времени: Простые механизмы, ведущие к росту, инновациям и доминированию на рынке / Э. Деминг; Пер. с англ. М.: Альпина Паблишер, 2019. 182 с.
- Закс Л.* Статистическое оценивание (Теория и методы) // Зарубежные статистические исследования, 1976. 598 с.
- Камышев А. И.* Управление рисками при выпуске продукции // Методы менеджмента качества. 2017. № 10. С. 40-48.
- Критинина Н. А.* Применение статистических методов при поиске дефектов штамповки жестяной тары / Н. А. Критинина, А. Н. Пегина, Т. И. Игуменова, Ю. П. Земсков // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 4. С. 68-73.
- Комков Н. И.* Подготовка к проведению прогнозных исследований по импортозамещению на основе опроса экспертов (на примере нефтегазового машиностроения) / Н. И. Комков, М. В. Кротова, В. С. Романцов // Научные труды: Институт народно-хозяйственного прогнозирования. 2015. Т. 13. С. 348-381.
- Лобастов М. М.* Создание комплексной системы оценки соответствия организаций-изготовителей с применением риск-ориентированного подхода / М. М. Лобастов, В. В. Жуков, С. А. Сумбуров // В сборнике: «Орбита молодежи» и перспективы развития российской космонавтики. Материалы VI Всероссийской молодежной научно-практической конференции. Пермь. 2020. С. 139-145.

Михайловский И. А. Методология обеспечения качества изделий регламентации комплекса требований к процессам их производства // Век качества. 2011. С. 49-51.

Орешин А. В. Стоимость несоответствий, или оценка затрат на качество // Методы менеджмента качества. 2006. № 6. С. 12-16.

Толмачев В. В. Оценка качества стандартных образцов наноматериалов на основе анализа рисков несоответствия // Измерительная техника. 2011. С. 21-54.

Херсонский Н. С. Управление процессом оценки несоответствующей продукции на основе применения статистических методов / Н. С. Херсонский, Л. Г. Большедворская // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. – 2022. – № 3. – С. 33-47. [Электронный ресурс – DOI 10.51955/2312-1327 2022_3_33. – EDN MOJSCO]. 2022. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49557734> (дата обращения 09.11.2022).

References

- Balyaev, I.V., Davydov, V.M. (2016). Management of nonconforming products in the design of objects. In the collection: *Quality in production and socio-economic systems*. Collection of scientific papers of the 4th International Scientific and Technical Conference. Ministry of Education and Science of the Russian Federation; Southwestern State University: 51-54. [in Russian]
- Bessonov, A.I., Kopnov, V.A. (2011). Evaluation and re-evaluation of suppliers of products as a method of improving the efficiency of the organization. *Methods of quality management*. 6: 24-29. [in Russian]
- Deming, E. (2019). Management of the new time: Simple mechanisms leading to growth, innovation and market dominance. Moscow: *Alpina Publisher*. 2019. 182 p. [in Russian]
- Garina, E.P., Garin, A.P., Batsyna, J.V., Palenova, T.V. (2021). Management of non-compliance and corrective actions in production within the framework of quality management. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*. 3-1: 13-18. [in Russian]
- Girilovich, N.V., Dolgopolaia, G.V. (2021). Application of statistical methods in the analysis of inconsistencies of non-conforming products in the production process. *Casting and metallurgy*. 3: 40-45. [in Russian]
- Kamyshev, A.I. (2017). Risk management in the production of products. *Methods of quality management*. 10: 40-48. [in Russian]
- Khersonsky, N.S., Bolshedvorskaya, L.G. (2022). Management of the process of assessing non-conforming products based on the use of statistical methods. *Crede Experto: transport, society, education, language*. 3: 33-47. DOI: 10.51955/2312-1327 2022 3 33. EDN MOJSCO. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49557734> (accessed 11 September 2022). [in Russian]
- Komkov, N.I., Krotova, M.V., Romantsov, V.S. (2015). Preparation for conducting predictive studies on import substitution based on a survey of experts (on the example of oil and gas engineering). *Scientific works: Institute of National Economic Forecasting*. 13: 348-381. [in Russian]
- Kritinina, N.A., Pegina, A.N., Igumenova, T.I., Z emskov, I.P. (2018). Application of statistical methods in the search for defects in stamping of tin containers. *Modern science-intensive technologies*. 4: 68-73. [in Russian]
- Lobastov, M.M., Zhukov, V.V., Sumburov, S.A. (2020). Creation of a comprehensive system for assessing the conformity of manufacturing organizations using a risk-based approach. In the collection: *"Orbit of youth" and prospects for the development of Russian astronautics*. Materials of the VI All-Russian Youth Scientific and Practical Conference. Permian: 139-145. [in Russian]
- Mikhailovsky, I.A. (2011). Methodology for ensuring the quality of products of the regulation of the complex of requirements for the processes of their production. *Century of Quality*: 49-51. [in Russian]
- Oreshin, A.V. (2006). The cost of inconsistencies, or assessment of costs for quality. *Methods of quality management*. 6: 12-16. [in Russian]
- Tolmachev, V.V. (2011). Evaluation of the quality of standard samples of nanomaterials based on the analysis of non-compliance risks. *Izmeritelnaya tekhnika*: 21-54. [in Russian]
- Zaks, L. Statistical estimation (Theory and methods). *Foreign statistical studies*. 1976. 598 p. [in Russian]