УДК 658.562
DOI 10.47367/0021-3497_2026_3_82

ОЦЕНКА СТАТИСТИЧЕСКОЙ УПРАВЛЯЕМОСТИ ПРОИЗВОДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ШУХАРТА

ASSESSMENT OF STATISTICAL CONTROL OF PRODUCTION USING SHUKHART CONTROL CHARTS

А.А. БЕРЕЗИНА

A.A. BEREZINA

(Санкт–Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения)

(Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation)

E-mail: anybaranova299751@yandex.ru

В работе проведена оценка статистической управляемости производственного процесса на примере швейного предприятия, выпускающего блузки, платья и юбки. Целью исследования являлась проверка способности процесса поддерживать стабильный уровень качества по показателю доли брака при выходном контроле. Для анализа использовались данные о количестве дефектных изделий за двенадцатимесячные периоды 2023 и 2024 годов. Методологической основой послужили контрольные карты Шухарта типа p, построенные в соответствии с ГОСТ Р 50779.42-2021. Для диагностики особых причин изменчивости применялись три расширенных правила Шухарта: выход точек за контрольные границы, серия из восьми точек по одну сторону от центральной линии и тренд из шести последовательных точек. Проведена количественная оценка доли брака с использованием преобразования Анскомба. Индекс воспроизводимости C_{pk} рассчитывался для статистически управляемого процесса 2024 года при верхней границе допуска по браку 6,5%. Результаты исследования показали, что в 2023 году процесс не являлся статистически управляемым, а в 2024 году процесс был статистически управляемым. Рассчитанный индекс воспроизводимости для статистически управляемого процесса C_{pk} составил 0,16, нижняя доверительная граница – 0,09, что значительно ниже минимально рекомендуемого уровня 1,33. Таким образом, процесс не способен стабильно обеспечивать выпуск продукции в рамках установленного норматива по браку. Предложенный подход может быть использован на предприятиях текстильной и легкой промышленности для мониторинга и улучшения качества процессов.

This paper evaluates the statistical control of a production process using the example of a garment factory producing blouses, dresses, and skirts. The objective of the study was to test the process ability to maintain a stable quality level in terms of the percentage of defective items during final inspection. Data on the number of defective items for twelve-month periods in 2023 and 2024 were used for the analysis. Shewhart control charts of type p, constructed in accordance with GOST R 50779.42-2021, served as the methodological basis. Three extended Shewhart rules were used to diagnose special causes of variability: points outside the control limits, a series of eight points on one side of the centerline, and a trend of six consecutive points. A quantitative assessment of the percentage of defective items was performed using the Anscombe transform. The Cpk reproducibility index was calculated for a statistically controlled process in 2024 with an upper limit of defect

tolerance of 6.5%. The study results showed that the process was not in statistical control in 2023, but was in statistical control in 2024. The calculated reproducibility index for the statistically controlled process (Cpk) was 0.16, with a lower confidence limit of 0.09, significantly below the minimum recommended level of 1.33. Therefore, the process is not capable of consistently ensuring output within the established defect tolerance. The proposed approach can be used in textile and light industry enterprises for monitoring and improving process quality.

Ключевые слова: статистическая управляемость, контрольные карты Шухарта, текстильная промышленность, выходной контроль качества.

Keywords: statistical control, Shewhart control charts, textile industry, final quality control.

Введение

В рамках оценки результативности деятельности промышленных предприятий особое значение приобретает качество выпускаемой продукции независимо от отрасли. Согласно официальным данным Федеральной службы государственной статистики в 2023 году средний уровень брака в текстильной промышленности Российской Федерации составил 5,8%, что на 0,2% выше показателя за 2022 г. Контроль качества позволяет определять соответствие выпускаемой продукции требованиям нормативно-технической документации, а для достижения устойчивого конкурентного преимущества необходимо обеспечить переход к непрерывному улучшению процессов.

В текстильной промышленности стабильность процесса и его способность выпускать продукцию с заданным уровнем качества целесообразно оценивать методами статистического управления процессами. Одним из используемых инструментов являются контрольные карты Шухарта, позволяющие отслеживать изменение доли дефектных изделий во времени и выявлять периоды, когда процесс выходит из статистического контроля. Дальнейшее повышение качества достигается применением цикла Деминга, который превращает управление качеством в непрерывный процесс совершенствования [1]. В отличие от статистического приемочного контроля, который проверяет соответствие партии установленным требованиям, контрольные карты направлены на непрерывный мониторинг и своевременную корректировку процесса.

Проблематике статистического управления процессами в легкой промышленности посвящены труды как зарубежных, так и отечественных исследователей. Так, в работе [2] показана эффективность p-карт для контроля качества текстильных материалов на этапе отделочного производства. В исследовании [3] рассматривается применение карт Шухарта на предприятиях швейной отрасли, при этом большинство исследований ограничивается анализом краткосрочных выборок и не учитывает переменный объем выборки. Действующие нормативные документы ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 и ГОСТ Р 50779.42-2021 регламентируют построение контрольных карт, при этом не содержат готовых методических решений, применимых к условиям текстильной промышленности. Таким образом, проблема заключается в отсутствии долгосрочных исследований с оценкой не только факторов выхода статистически управляемого процесса за контрольные границы, но и наличия серийных нарушений.

Следовательно, целью исследования является проверка статистической управляемости процесса производства текстильных изделий по показателю доли брака, регистрируемого при выходном контроле, с применением расширенного набора критериев Шухарта и количественных мер воспроизводимости.

Объектом исследования является швейное предприятие, специализирующееся на выпуске готовых швейных изделий, таких как блузки, платья, юбки. Годовой объем производства составляет 180 тыс. единиц продукции. На предприятии реализован многоступенчатый контроль качества, включающий три этапа: входной контроль текстильного сырья и материалов, технологический контроль и выходной контроль готовой продукции. На предприятии внедрена система управления качеством в соответствии со стандартом ISO 9001, но существуют направления для дальнейшего совершенствования процессов контроля и управления качеством.

Методология исследования

В качестве показателя несоответствующего качества в работе рассматривался процент дефектных изделий, рассчитанный на основе данных, зарегистрированных при выходном контроле готовой продукции. Для оценки стабильности производственного процесса и подтверждения его нахождения в состоянии статистической управляемости на основе данных текстильной промышленности за двенадцатимесячный период построены контрольные карты Шухарта типа p в соответствии с методологией, представленной в ГОСТ Р 50779.12-2021 (https://internet-law.ru/gosts/gost/74711/ (дата обращения: 01.04.2026)) [4].

Расчет параметров контрольной карты выполнялся с использованием табличного редактора Microsoft Excel и встроенных статистических функций. Для каждого из двенадцати месяцев вычислялась доля дефектных изделий p_i, после чего определялось ее среднее значение $\overline{p}$. Для построения p-карты Шухарта параметры контрольной карты рассчитывались по формулам [5]:

$$CL = \overline{p} = \frac{\left(p_1 + p_2 + ... + p_{12}\right)}{m}, \quad (1)$$

$$UCL = \overline{p} + 3 \cdot \sqrt{\frac{\overline{p} \cdot \left(1 - \overline{p}\right)}{n}}, \quad (2)$$

$$LCL = \overline{p} - 3 \cdot \sqrt{\frac{\overline{p} \cdot \left(1 - \overline{p}\right)}{n}}. \quad (3)$$

Множитель 3 в формулах (2)-(3) соответствует трем среднеквадратическим отклонениям $\sigma_p = \sqrt{\frac{\overline{p} \cdot \left(1 - \overline{p}\right)}{n_i}}$, что является стандартным правилом Шухарта. В случае, если рассчитанная по формуле (3) нижняя контрольная граница оказывается отрицательной, она принимается равной нулю, так как доля дефектных изделий не может быть меньше нуля [6].

Для выявления статистически неуправляемых состояний технологического процесса, помимо классического критерия выхода выборочных значений за контрольные границы, применяются и другие правила Шухарта, к которым относятся:

1. Выход любой выборочной точки за пределы верхней (UCL) или нижней (LCL) контрольной границы.
2. Восемь последовательных точек, расположенных по одну сторону от центральной линии (CL).
3. Шесть последовательных точек, образующих монотонно возрастающую или убывающую последовательность (тренд).
4. Четырнадцать последовательных точек, чередующихся в направлении "вверх-вниз" [7].

Правило 4 в данном исследовании не используется, так как при среднем уровне дефектности $\overline{p} \approx 0{,}06$ и переменном объеме выборки n_i стандартное отклонение σ_p доли дефектных изделий меняется каждый месяц, что нарушает условие стационарности дисперсии, необходимое для использования чередования знаков как сигнала о нарушении стабильности технологического процесса. Кроме того, для доли дефектных изделий правило 14 чередующихся точек дает достоверный результат только при $\overline{p} \geq 0{,}1$, а при малых значениях $\overline{p}$ вероятность длинной серии чередований крайне мала и такой сигнал не является информативным [8].

Формирование выборки

Контроль качества готовой продукции осуществляется выборочно, то есть проверке подвергается не вся партия целиком, а случайная выборка. Указанный подход

соответствует принципам статистического приемочного контроля и позволяет сделать выводы о качестве всей партии по результатам ее части.

Обеспечение случайности выборки на предприятии основано на методе систематического отбора, когда из каждой технологической партии готовых изделий с шагом, пропорциональным объему партии и требуемому объему выборки, отбирается каждое k-е изделие, при этом шаг отбора устанавливается пропорционально объему партии и требуемому объему выборки. Начальная точка отбора выбирается случайным образом с помощью генератора случайных чисел. Применение данной процедуры позволяет исключить систематическую ошибку и соответствует требованиям ГОСТ Р 50779.12-2021 (https: //internet-law.ru/gosts/gost/74711/ (дата обращения: 01.04.2026)).

В ходе анализа для каждого месяца фиксировали два показателя: объем проверенной выборки n_i и количество дефектных изделий d_i. Выборочная доля дефектных изделий в i-м месяце рассчитывалась по формуле:

$$p_i = \frac{d_i}{n_i} . \qquad (4)$$

Объем выборки за каждый месяц представлен в табл. 1. Средний объем выборки составил 1500 ед., при этом значения колеблются от 1470 до 1530 изделий в зависимости от месяца. В связи с тем, что объем выборки изменяется незначительно, отклонение от среднего объема выборки $\bar{n} = 1500$ не превышает 2%, контрольные границы рассчитывались по среднему объему. Введенное упрощение допустимо, так как выборка ежемесячно незначительно меняется, разброс составляет 1,24%, что в разы ниже рекомендуемого порога 10…20%, а погрешность в определении границ не превышает 0,04 %, что не влияет на выводы о статистической управляемости процесса [9].

Таблица 1

Месяц	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек
2023	1500	1480	1520	1490	1510	1470	1530	1500	1490	1520	1480	1510
2024	1500	1490	1510	1480	1520	1500	1490	1530	1480	1510	1500	1490

Результаты и обсуждение

Анализ качества процессов и продукции проводился за 2023-2024 гг., результаты представлены в табл. 2 и рис. 1.

Таблица 2

Период	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Среднее
2023	7,20	5,45	6,10	4,80	8,30	5,90	3,70	6,50	4,20	7,80	5,30	6,90	6,01
2024	5,70	6,90	4,50	7,10	5,20	7,50	6,30	4,10	7,40	5,50	6,20	5,00	5,95

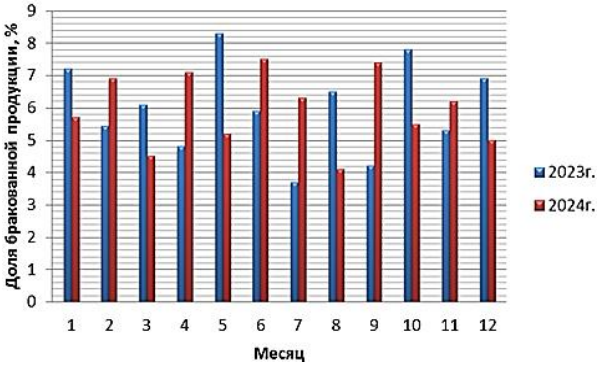

Рис. 1

Как видно из табл. 2, доля несоответствующей продукции снизилась с 6,01 % в 2023 г. до 5,95 % в 2024 г. Стоит отметить, что снижение незначительное. Несмотря на это в 2024 г. наблюдается повышение стабильности производственного процесса при практически неизменном среднем уровне дефектности – среднеквадратическое отклонение уменьшилось с 1,41% до 1,14%, а размах колебаний сократился с 4,60 до 3,40%. На рис. 2, 3 представлены контрольные карты Шухарта для каждого года.

Статистические параметры, рассчитанные для 2023 года, имеют следующие значения:

$$CL = \bar{p} = \frac{(7,20+5,45+6,10+4,80+8,30+5,90+3,70+6,50+4,20+7,80+5,30+6,90)}{12} = 6,01,$$

$$UCL = 0,0601 + 3\sqrt{\frac{0,0601\cdot(1-0,0601)}{1500}} = 0,0785 = 7,85\%,$$

$$LCL = 0,0601 - 3\sqrt{\frac{0,0601\cdot(1-0,0601)}{1500}} = 0,0417 = 4,17\%.$$

Как видно из рис. 2, в мае и октябре 2023 г. доля брака превысила верхнюю контрольную границу, что указывает на нестабильность процесса, отсутствие статистического контроля и требует корректировки. Высокий уровень дефектности в эти периоды может быть связан с большими объемами выпуска продукции, а также с технологической сложностью, которая предъявляет повышенные требования к стабильности работы оборудования.

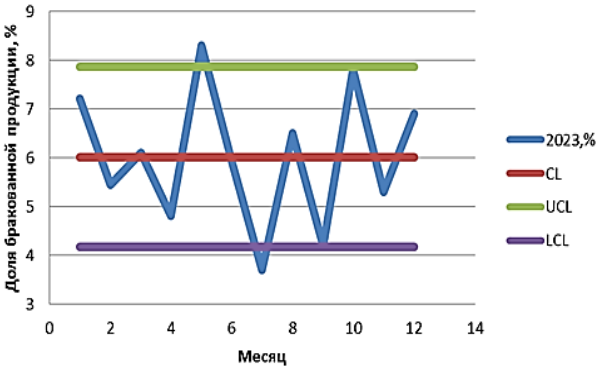

Рис. 2

Построенная контрольная карта Шухарта (рис. 3) для 2024 года показывает, что фактические значения доли дефектной продукции не выходят за пределы контрольных границ. Следовательно, в рассматриваемый период производственный процесс находился в состоянии статистической управляемости. Наблюдаемая изменчивость объясняется действием случайных причин, таких как: незначительные изменения свойств поступающего сырья, небольшие отклонения температуры и влажности в производственных цехах, случайные отклонения в работе однотипного оборудования, а также изменения, обусловленные человеческим фактором, величина которых не превышает допустимых пределов, установленных технологической документацией.

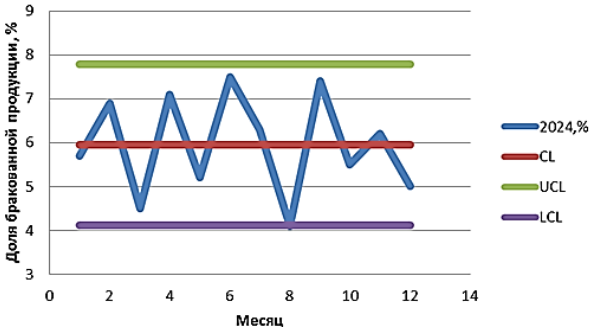

Рис. 3

Результаты проверки расширенного набора правил Шухарта за оба года представлены в табл. 3.

Таблица 3

Год	Правило 1 (выход)	Правило 2 (8 точек)	Правило 3 (тренд 6)	Правило 4 (14 черед.)	Общая оценка
2023	Да	Нет	Нет	Неприменимо	Неуправляемый
2024	Нет	Нет	Нет	Неприменимо	Управляемый

Как видно из табл. 3, в 2024 году, в отличие от 2023, не зафиксировано ни одного нарушения правил Шухарта, что подтверждает достижение процесса состояния статистической управляемости. В таких условиях уровень качества продукции становится предсказуемым, а затраты на обнаружение и исправление дефектов можно системно планировать и нормировать. Поскольку процесс уже стабилизирован, дополнительная настройка для обеспечения управляемости не требуется. Тем не менее, чтобы повысить конкурентоспособность продукции, предприятию необходимо реализовать комплекс мероприятий, направленных на снижение среднего процента брака без нарушения достигнутого состояния статистической управляемости.

Для установления конкретных причин отклонений в исследуемом периоде проанализированы наиболее часто встречающиеся дефекты, выявлены возможные причины их

возникновения, а также определены способы устранения в соответствии с количественной оценкой воспроизводимости процесса.

На основе данных выходного контроля за 2023-2024 гг. проведена классификация дефектов по видам. В табл. 4 представлены самые распространенные типы несоответствий, их доля в общем объеме брака и предполагаемые причины возникновения [10].

Таблица 4

Тип дефекта	Средняя доля в общем браке за 2023-2024 гг., %	Доля в браке за май 2023 (общий брак 8,30%), %	p-значение (Z-тест)	Доля в браке за октябрь 2023 (общий брак 7,80%), %	p-значение (Z-тест)	Причины возникновения
Нарушение симметрии деталей	24,3	28,0	0,042	19,1	0,083	Несовершенство раскройного оборудования, погрешности настилания тканей
Дефекты шва (пропуски стежков, неравномерная строчка)	21,7	34,0	0,008	18,4	0,215	Износ игольных пластин, нестабильность натяжения нити, человеческий фактор
Загрязнения и масляные пятна	16,8	12,5	0,102	31,0	0,001	Недостаточная чистота оборудования, нарушение графика смазки
Отклонение от размеров (длина, ширина изделия)	14,5	10,2	0,085	25,0	0,018	Погрешности влажно-тепловой обработки, усадка материала
Дефекты ткани (узлы, разрывы, перекос рисунка)	12,4	9,1	0,172	6,5	0,064	Низкое качество поступающего сырья, нарушения в ткачестве
Редкие дефекты (маркировка, фурнитура и др.)	10,0	6,2	0,095	0,0	0,011	Неправильная маркировка, отсутствие фурнитуры

Результаты статистического анализа с применением двустороннего Z-теста для двух пропорций показали, что в мае 2023 года увеличилась доля дефектов шва ($p = 0,008$) и доля нарушений симметрии деталей ($p = 0,042$). В октябре 2023 года наблюдалось увеличение доли загрязнений и масляных пятен ($p = 0,001$) и отклонений от размеров ($p = 0,018$). Выявленные изменения структуры брака связаны с выходом процесса за контрольные границы, что указывает на наличие особых причин изменчивости. Полученные данные позволяют предположить, что превышение верхней контрольной границы в мае связано с неисправностью швейного оборудования, а в октябре – нарушением графика технического обслуживания и нестабильностью режимов влажно-тепловой обработки. Таким образом, предложенный подход обеспечивает не только выявление статистической неуправляемости процесса, но и определение конкретных типов дефектов для последующей разработки мероприятий по их устранению.

Для количественной оценки способности технологического процесса обеспечивать заданный уровень качества рассчитаны индексы воспроизводимости процесса – C_p и C_{pk} [11]. Расчет производился за 2024 г., так как согласно проведенным исследованиям только в этом году процесс находился в состоянии статистической управляемости. В качестве показателя ис-

пользовалась доля дефектных изделий (брака), для которой норматив предприятия в виде верхней границы допуска равен 6,5%. Нижняя контрольная граница не задавалась, так как нулевой брак – это идеальная цель, но технически невозможное требование для промышленных производств. Поэтому индекс Ср, который предполагает наличие верхней и нижней границы, не рассчитывался.

Для повышения точности расчета использовано преобразование Анскомба, которое исключает зависимость дисперсии от математического ожидания, обеспечивает постоянство дисперсии доли дефектных изделий и приводит биномиальное распределение к нормальному виду [12] по формуле:

$$p' = \arcsin\left(\sqrt{p}\right). \qquad (5)$$

Индекс C_{pk} рассчитывается по формуле:

$$C_{pk} = \frac{USL' - \overline{p}'}{3 \cdot \sigma'}, \qquad (6)$$

$$C_{pk} = \frac{0,2578 - 0,2455}{3 \cdot 0,02438} = 0,16.$$

Для оценки точности индекса воспроизводимости процесса рассчитана нижняя 95% доверительная граница C_{pk} по методике [11] с учетом числа степеней свободы, определяемого объема выборки m = 12 месяцев по формуле:

$$C_{pk,lower} = \hat{C}_{pk} - t_{0,95;m-1} \frac{1}{3 \cdot \sqrt{m}} \sqrt{1 + \frac{1}{2 \cdot \hat{C}_{pk}^{\,2}}}, \qquad (7)$$

тогда

$$C_{pk,lower} = 0,26 - 1,796 \cdot 0,0962 \cdot 1,12 \approx 0,09,$$

что значительно ниже минимально рекомендуемого уровня 1,33. Следовательно, даже с учетом статистической неопределенности воспроизводимость исследуемого технологического процесса не соответствует установленным требованиям.

Таким образом, можно сделать вывод, что за 2024 г. индекс воспроизводимости C_{pk} процесса производства текстильных изделий не достигает минимально допустимого значения 1,33. Как известно, индекс C_{pk} = 1,33 соответствует уровню качества 4 сигма, что означает получение примерно 6210 дефектов на миллион изделий, а доля годной продукции составляет 99,379%.

Несмотря на достижения статистической управляемости, процесс не способен стабильно обеспечить выпуск продукции в рамках установленного норматива по браку. Низкое значение C_{pk} указывает на то, что средний уровень доли дефектных изделий находится очень близко к верхней контрольной границе, а разброс значений велик. Поэтому данному предприятию целесообразно перейти от стабилизации процесса к непрерывному улучшению с использованием цикла Деминга, для этого предложим ряд рекомендаций:

1) ужесточить технологические требования к параметрам процесса и провести модернизацию технологического оборудования;

2) перейти на контрольные карты с предупреждающими границами на уровне $\pm 2\sigma$ для раннего выявления трендов и своевременного предотвращения выхода параметров за верхнюю границу допуска;

3) внедрить автоматизированный сбор данных с ключевых контрольных точек.

Весь комплекс мер позволит повысить точность мониторинга, своевременно выявлять отклонения, снизить изменчивость процесса и приблизить среднюю долю дефектной продукции к нормативным значениям.

Заключение

В результате проведенного исследования выполнена проверка статистической управляемости процесса производства текстильных изделий на примере швейного предприятия, специализирующегося на выпуске блузок, платьев и юбок. В качестве анализируемого показателя использована доля дефектных изделий, регистрируемая при выходном контроле готовой продукции за 2023-2024 гг. Установлено, что в 2023 году производственный процесс находился

в статистически неуправляемом состоянии, тогда как в 2024 году достигнуто состояние статистической управляемости при среднем уровне дефектности 5,95%.

Для количественной оценки воспроизводимости процесса применено преобразование Анскомба, позволяющее корректно рассчитывать индексы воспроизводимости при биномиальном распределении показателя качества. Индекс C_{pk} за 2024 год составил 0,16, нижняя доверительная граница – 0,09, что ниже минимально рекомендуемого значения 1,33. Полученный результат показывает, что несмотря на стабильность процесса его способность обеспечивать выпуск продукции в рамках установленного норматива по браку является недостаточной. Средний уровень дефектности находится близко к контрольной границе, а разброс значений остается существенным.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Shehabi E., Lleshi S.* Application of Quality Management in Small, Medium, and Large Enterprises in the Fason Industry in Albania, Kosovo, and North Macedonia // International Scientific Journal in Economics, Finance, Business, Marketing, Management and Tourism. 2025, Vol. 12, No. 23-24. P. 75…84.

2. *Ünal C., Kaya A., Şentürk K.* Development of a new fabric grading system with a demerit control chart in the apparel industry // Fibres & Textiles in Eastern Europe. 2021, No. 2. P. 25…29.

3. *Новосад Т.Н., Гусев Б.Н., Матрохин А.Ю. и др.* Анализ и направления развития методов проектирования качества текстильных материалов и изделий // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2025. № 3 (417). С. 52…65.

4. *Ertugrul I., Ozcil A.* The application of 'p' and 'p-CUSUM' charts into textile sector in the statistical quality control process // Tekstil ve Konfeksiyon. 2024. Vol. 24, No. 1. P. 9…14.

5. *Пин Н.Ю.* Оптимизация управленческих процессов в текстильной отрасли на основе оценки эффективности труда с использованием комплексной системы индикаторов // Экономика и бизнес: теория и практика. 2025. №. 6 (124). С. 166…172.

6. *Шпер В.Л., Шереметьева С.А., Смелов В.Ю., Хунузиди Е.И.* Контрольные карты Шухарта – простой, но не легкий для применения инструмент анализа данных // Известия высших учебных заведений. Черная Металлургия. 2024. Т. 67, №. 1. С. 121…131.

7. *Растегаева Н.А., Корниенко М.В., Норкин В.В.* Улучшение процесса достижения стратегических целей при помощи карт Шухарта // Вестник Академии знаний. 2025. №. 3 (68). С. 930…936.

8. *Афанасьев В.Б., Махлаенко С.А., Плахотникова Е.В., Рязанский В.П.* Методика определения параметров контрольной карты усиленного размаха // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2024. №. 8. С. 179…185.

9. *Özeren F., Ilhan I.* A Statistical Process Control Application for Sewing Faults in Men's Suit Production // Tekstil ve Konfeksiyon. 2021, Vol. 21, No. 4. P. 397…404.

10. *Akcan S.* Determining process capability indices for shirting fabric // Çukurova University Journal of the Faculty of Engineering and Architecture. 2023. Vol. 31, No. 2. P. 85…94.

11. *Борбаць Н.М., Школина Т.В.* Точность оценок индексов воспроизводимости процесса с учетом числа эффективных степеней свободы оценки стандартного отклонения // Справочник. Инженерный журнал. 2023. № 02. С. 33…42.

12. *Alevizakos V.* Process capability and performance indices for discrete data // Mathematics. 2023, Vol. 11, No. 16. P. 3457.

REFERENCES

1. *Shehabi E., Lleshi S.* Application of Quality Management in Small, Medium, and Large Enterprises in the Fason Industry in Albania, Kosovo, and North Macedonia // International Scientific Journal in Economics, Finance, Business, Marketing, Management and Tourism. 2025, Vol. 12, No 23-24. P. 75…84.

2. *Ünal C., Kaya A., Şentürk K.* Development of a new fabric grading system with a demerit control chart in the apparel industry // Fibres & Textiles in Eastern Europe. 2021, No 2. P. 25…29.

3. *Novosad T.N., Gusev B.N., Matrokhin A.Yu. etc.* Analysis and directions of development of design methods of textile materials and products quality // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2025. No. 3 (417). P. 52...65.

4. *Ertugrul I., Ozcil A.* The application of 'p' and 'p-CUSUM' charts into textile sector in the statistical quality control process // Tekstil ve Konfeksiyon. 2024, Vol. 24, No. 1. P. 9…14.

5. *Pin N.Yu.* Optimization of management processes in the textile industry based on labor efficiency assessment using an integrated system of indicators // Economics and business: theory and practice. 2025, No. 6 (124). P. 166…172.

6. *Shper V.L., Sheremetyeva S.A., Smelov V.Yu., Khunuzidi E.I.* Shewhart control charts are a simple, but not easy-to-use data analysis tool // News of higher educational institutions. Ferrous Metallurgy. 2024, Vol. 67, No. 1. P. 121…131.

7. *Rastegaeva N.A., Kornienko M.V., Norkin V.V.* Improving the process of achieving strategic goals using Shewhart charts // Bulletin of the Academy of Knowledge. 2025. No. 3 (68). P. 930…936.

8. *Afanasyev V.B., Makhlaenko S.A, Plakhotnikova E.V., Ryazansky V.P.* Methodology for Determining Parameters of an Enhanced Span Control Chart // Bulletin of Tula State University. Technical Sciences. 2024, No. 8. P. 179…185.

9. *Özeren F., Ilhan I.* A Statistical Process Control Application for Sewing Faults in Men's Suit Production // Tekstil ve Konfeksiyon. 2021, Vol. 21, No. 4. P. 397…404.

10. *Akcan S.* Determining process capability indices for shirting fabric // Çukurova University Journal of the Faculty of Engineering and Architecture. 2023, Vol. 31, No. 2. P. 85…94.

11. *Borbats N.M., Shkolina T.V.* Accuracy of estimates of process reproducibility indices taking into account the number of effective degrees of freedom for estimating the standard deviation // Handbook. Engineering journal. 2023. No. 02. P. 33...42.

12. *Alevizakos V.* Process capability and performance indices for discrete data // Mathematics. 2023, Vol. 11, No. 16. P. 3457.

Рекомендована кафедрой инноватики и интегрированных систем качества ГУАП. Поступила 30.03.26.