

**АНАЛИЗ СТАБИЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ПРИ ПОМОЩИ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ
НА ПРИМЕРЕ ООО «ХЛЕБОЗАВОД №1»**

Казакова Елена Вячеславовна

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
Российская Федерация, 424000, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола,
пл. Ленина, дом 3.

E-mail: elenamakarovas@mail.ru

89177188617

Аннотация: В статье рассмотрены статистические методы анализа, с помощью которых можно выявить дефекты хлебобулочной продукции и предотвратить появление брака, а так же устранить появления дефектов с помощью исследования технологического процесса и его контроля при помощи статистических методов. Для предварительного анализа технологического процесса изготовления хлебобулочных изделий использовалась Гистограмма, для выявления причин появления несоответствий при изготовлении белого хлеба и анализа технологического процесса с целью анализа проведения технологического и устранения причин несоответствий процесса, использовались контрольные карты Шухарта.

Ключевые слова: Гистограмма; Контрольные карты Шухарта; СМК; Выявление дефектов продукции; Несоответствия.

Abstract : Kazakova Elena Vyacheslavovna - 1st year student of the magistracy of the Faculty of Management and Law, FSBEI of HE "Volga State Technological University". His research interests include standardization, certification, management of the production process at food enterprises, quality management of products and services. The author of 17 publications.

Key words: Histogram; Shewhart control cards; QMS; Identification of product defects; Inconsistencies.

В современном мире существует огромное количество предприятий, которые занимаются производством продукции. Значительная конкуренция на рынке вынуждает их совершенствовать свою систему качества, для того, что бы обеспечить преимущество своей продукции среди конкурентов. Помимо этого, потребители становятся все более требовательными, т.е. хотят получать продукцию высокого качества по максимально невысокой цене.

В таких обстоятельствах статистические методы контроля, являются одними из главных средств повышения конкурентоспособности продукции. Внедрение методов позволит совершенствовать систему качества предприятия и подготовить к выходу на новый уровень. При использовании данных методов на производстве же возможно снизить количество дефектной продукции и снизить потери, вызванные некачественной продукцией.

Качество продукции на ООО «Хлебозавод №1» имеет первостепенное значение и его совершенствование представляет собой одну из главных задач предприятия.

Контроль качества продукции, является составной частью производственного процесса, а статистический контроль выполняет функцию регулятора в построении эффективного управления изготавливаемой продукцией, так как является совокупностью методов, которые направлены на детальное изучение технологического процесса и качества продукции. От уровня качества выпускаемой продукции во многом зависит экономическое положение предприятия, а так же его конкурентоспособность.

Целью работы является определение с помощью контрольных карт Шухарта и гистограммы стабильности технологического процесса, который непосредственно влияет на качество изготавливаемой продукции на ООО «Хлебозавод №1». Если при приемочном контроле лишь фиксируется брак изготавливаемой продукции, то использование статистических методов при производственном контроле позволяет спрогнозировать появление брака и определить устойчивость технологического процесса.

Задача исследования заключалась в проведение статистического анализа технологического процесса, в основу которого заложено выявление несоответствия готовой хлебобулочной продукции - нормативной документации, а так же определение свойств продукции на этапе производства и введение корректировочных мероприятий, которые способствуют устранению причин появления дефектов.

Объект исследования: в ходе анализа было выявлено, что на протяжении исследуемого периода, белый хлеб имел наибольшее количество дефектов. Поэтому целесообразным являлось использовать данный вид продукции для дальнейшего исследования. Исследования стабильности технологического процесса представлено по показателю пористости Белого Хлеба.

Методика исследований. Внедрение статистического метода регулирования технологического процесса осуществляется в три этапа:

1-й этап. Предварительное исследование состояния технологического процесса.

Основной целью предварительного анализа является приведение процесса в статистически управляемое состояние на основе полученных результатов.

В пищевой промышленности предварительно оценить состояние технологического процесса с помощью контрольных карт невозможно, а оценить необходимо. Поэтому оценку выполним с помощью гистограммы.

2-й этап. Построение контрольной карты и выбор плана контроля.

3-й этап. Статистическое регулирование технологического процесса.

Анализ технологического процесса изготовления белого хлеба выполнен с помощью показателя пористости белого хлеба, так как данный показатель оказывает наиболее существенное влияние на качество хлебобулочной продукции и с помощью него можно судить о правильности введения технологического процесса. Пористость белого хлеба должна составлять не менее 72%.

Образцы для анализа отбираются в соответствии с ГОСТ 5667-65 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий». Продукцию

принимают партиями. Партией считаются изделия, выработанные одной бригадой за одну смену. В процессе выработки партии изделий, на предприятии отбирают отдельные буханки белого хлеба в количестве 0,3% всей партии, но не менее 10 шт, при массе изделия менее 1 кг.

Этапы проведения анализа состояния технологического процесса.

Для определения состояния технологического процесса на ООО «Хлебозавод №1», необходимо построить гистограмму и контрольные карты индивидуальных значений, но для начала следует упорядочить полученные данные с помощью контрольного листа.

Для его построения необходимо проделать следующие шаги:

- установить как можно точнее то событие, за которым будет вестись наблюдение;

- определить период, в течение которого будет вестись наблюдение и сбор данных о событии (длительность периода наблюдения может колебаться от нескольких часов до нескольких недель);

- выполнить построение контрольного листа, который должен содержать данные об операции, оборудовании, средстве измерения и контролируемом параметре. Выполнять наблюдение за событием и фиксировать данные необходимо постоянно и желательно через равные промежутки времени.

Гистограмма. Гистограммой является инструмент, который позволяет зрительно оценить закон распределения статистических данных, сгруппированных по частоте попадания в определенный интервал.

Построение гистограммы производится в 4 этапа:

1-й этап. Выполнение расчётов.

1) Определение размаха результатов измерений по формуле (1):

$$R = x_{\max} - x_{\min} \quad (1)$$

где x_{\max} и x_{\min} - наибольшие и наименьшие значения измерений

2) Определение количества интервалов k по формуле (2):

$$k = 1 + 3,3 \cdot \lg n \quad (2)$$

где n - общее количество измерений

3) Определение ширины интервалов гистограммы по формуле (3):

$$h=R/k \quad (3)$$

4) Заполнение контрольного листа - запишем границы интервалов и частоту попадания результатов в указанные интервалы (Таблица 18).

2-й этап. Построение и чтение гистограммы [12, стр. 59]. Так же необходимо определить по гистограмме следующие значения:

- верхнюю допустимую границу T_B ;
- нижнюю допустимую границу T_H ;
- середину интервала.

Определить долю дефектной продукции:

$$P=1-q$$

$$\text{где: } q=P(T_H < x < T_B) = \Phi\left(\frac{T_B - \mu}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{T_H - \mu}{\sigma}\right)$$

3-й этап. Предварительный анализ технологического процесса.

Определить нуждается ли процесс в корректировке и имеется ли возможность его осуществлять. Для оценки возможностей процесса используют различные индикаторные показатели и в первую очередь - индексы воспроизводимости и пригодности процесса, которые характеризуют потенциальные и фактические возможности процесса удовлетворять установленным требованиям (техническим допускам) к значениям выходного показателя качества. Анализ возможности и пригодности процесса позволяет определить изменчивость распределения и оценить способность изготавливать продукцию в рамках разброса вариаций, допустимых техническими требованиями. С помощью анализа возможностей процесса осуществляют проверку изменчивости процесса и оценку доли несоответствующей продукции. Это позволяет оценить издержки от несоответствий и помогает принять решения по улучшению процесса.

1) Определение минимального расстояния от центра допуска \bar{x} до любой из границы T_B или T_H по формуле (4):

$$\Delta_{min} = T_B - T_H \quad (4)$$

2) Расчет среднего квадратического отклонения по формуле (5):

$$\sigma = \frac{R_m}{d} \quad (5)$$

где d – коэффициент взят из таблицы Шухарта [10];

где R – средний скользящий размах определяемый по формуле (6):

$$R_m = \frac{R_1+R_2+R_3+\dots+R_{10}}{K} \quad (6)$$

3) Затем выполняется расчёт индекса воспроизводимости процесса C_p по формуле (7) взятой из ГОСТ ИСО 22514-2-2015[11]:

$$C_p = \frac{T_v - T_n}{6 \times \sigma} \quad (7)$$

где: T_v – верхняя граница;

T_n – нижняя граница;

σ – стандартных отклонений.

4) Выполнить дополнительное вычисление C_{pk} , зная минимальное расстояние, по формуле (8):

$$C_{pk} = \frac{\Delta_{min}}{3 \times \sigma} \quad (8)$$

Воспроизводимость технологического процесса оценивают исходя из следующих критериев:

$C_p, C_{pk} = 1 - 1,33$ - технологический процесс управляемый;

$C_p, C_{pk} < 1$ - не управляемый процесс;

$C_p, C_{pk} > 1,33$ - требует наблюдения.

5) Оценить точность технологического процесса по формуле (9):

$$K_T = \frac{6s}{T} = \frac{7,86}{8} = 0,98 \quad (9)$$

где: K_T - коэффициент точности технологического процесса;

$T = T_v - T_n$ - допуск изделия;

$s = \sigma$ - среднее квадратическое отклонение.

Точность технологического процесса оценивают исходя из следующих критериев:

$K_T = 0,76 - 0,98$ - требует внимательного наблюдения;

$K_T \leq 0,75$ - технологический процесс точный, удовлетворительный;

$K_T > 0,98$ - неудовлетворительный.

Контрольные карты. Контрольной картой является графическое средство, которое использует статистический подход. Важность применения карты для управления процессами была показана впервые доктором У.Шухартом в 1924 году. Она представляет собой специальный бланк, который состоит из трех линий - центральной, верхней и нижней, которые являются контрольными границами. На карту наносятся точками данные измерений, контроля параметров и условий производства.

В пищевой промышленности, работать с рациональными подгруппами невозможно, неудобно в некоторых случаях нецелесообразно, но при этом необходимо оценить стабильность технологического процесса. Поэтому целесообразней использовать контрольные карты индивидуальных значений. При применении данного вида карт, контрольные границы рассчитывают на основе меры вариации, полученной по скользящим размахам двух последовательных наблюдений.

Для выяснения состояния технологического процесса изготовления белого хлеба, необходимо построить контрольные карты по ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015[13], но для начала следует упорядочить полученные данные с помощью контрольного листа (Таблица 18).

Построение контрольных карт индивидуальных значений и скользящих размахов производится в 3 этапа.

1-й этап. Выполнение расчётов.

1) Определить скользящий размах. Размахом, является значение разности следующих друг за другом измерений.

2) Определить центральные линии, как общее среднее для индивидуальных значений X и скользящих размахов и R по формулам 10 и 11.

$$\bar{X} = \frac{\sum \bar{x}}{n} \quad (10)$$

$$\bar{R}_m = \frac{\sum \bar{R}_m}{n} \quad (11)$$

3) Рассчитать верхние и нижние контрольные границы для карт индивидуальных значений с помощью следующих формул:

$$CL = \bar{R}_m \quad (12)$$

$$U_{CL} = D_4 \bar{R}_m \quad (13)$$

$$L_{CL} = D_3 \bar{R}_m \quad (14)$$

Значения коэффициентов D_3 и D_4 определяют по таблице 2 [13] для $n=2$ и 3^* ;

4) Рассчитать верхние и нижние контрольные границы для карт скользящих размахов с помощью следующих формул:

$$CL = \bar{X} \quad (15)$$

$$U_{CL} = \bar{X} + A_2 \bar{R}_m \quad (16)$$

$$L_{CL} = \bar{X} - A_2 \bar{R}_m \quad (17)$$

Значения коэффициента A_2 определяют по таблице 2 [13] для $n=2$ и 3^* .

2-й этап. Построение контрольных карт индивидуальных значений X и скользящих размахов R_m .

Контрольные X - R карты строятся в следующем порядке:

- по вертикальной оси откладываются X и R , по горизонтальной - номера подгрупп;
- нанесение вычисленных значений \bar{X} , \bar{R}_m ;
- обозначение контрольных границ;
- обозначение центральной границы сплошной горизонтальной линией;
- обозначение верхней и нижней границы горизонтальной пунктирной линией.

3-й этап. Определение состояния технологического процесса. Чтение контрольных карт. Методика чтения контрольных карт подробно изложена в ГОСТ Р 50779.42-99.

Результаты и их обсуждение.

В таблице 1 представлены данные, полученные в результате определения пористости (П) образцов белого хлеба в количестве 10 штук (n) из партии объемом 1920 шт.

Таблица 1 - Контрольный лист лабораторных испытаний

Предприятие <u>ООО «Хлебозавод №1»</u> Продукция <u>Белый Хлеб</u>										
Цех <u>Исследуемая лаборатория</u>			Средство контроля <u>Пробник Журавлева</u>							
Дата и время <u>2018</u>					ФИО контролера <u>Казакова Е.В.</u>					
Измеряемый объект		Технологический процесс			Объем партии			Количество образцов		
Пористость белого хлеба		Выпечка			1920 шт.			10 шт.		
Лабораторные показатели										
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
П	73	72	69	73	72	74	77	73	74	73
Предварительная оценка технологического процесса										
№ п/п	Границы интервалов			Данные контроля			Частота m _j			
1	69,0÷70,6			/			1			
2	70,6÷72,2			//			2			
3	72,2÷73,8			///			4			
4	73,8÷75,4			//			2			
5	75,4÷77,0			/			1			

Для предварительной оценки технологического процесса изготовления хлебобулочной продукции на хлебозаводе №1, необходимо выполнить построение гистограммы. С целью достижения поставленной задачи выполняются следующие расчёты:

$$R=77-69=8$$

$$k=1+3,3 \cdot \lg 10=5$$

$$h=R/k=8/5=1,6$$

По полученным расчётам выполняется заполнение контрольного листа, куда заносятся границы интервалов и частота попадания результатов в указанные интервалы (Таблица 18).

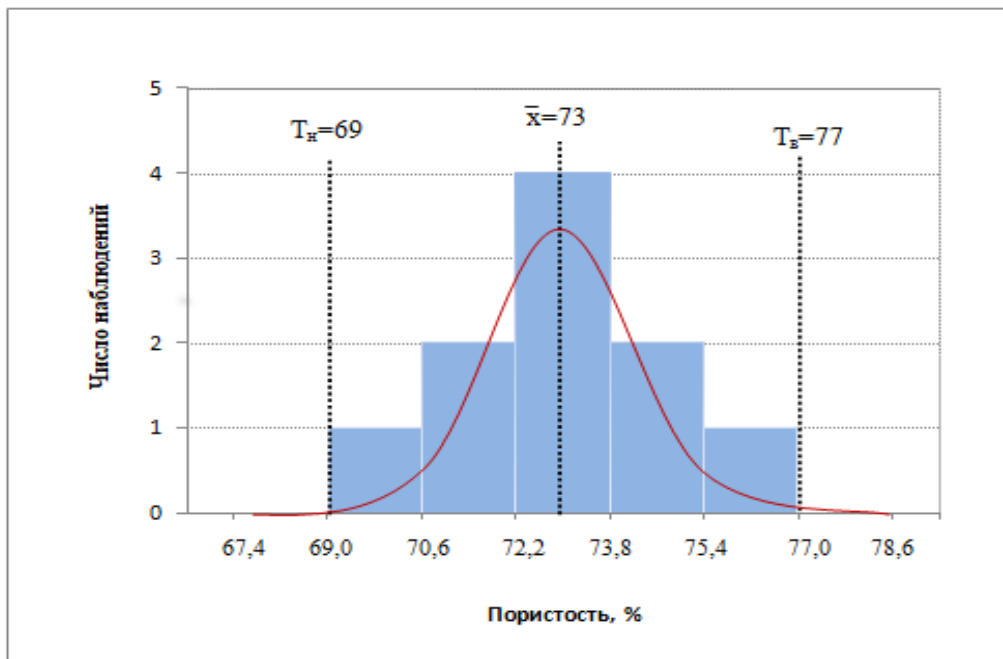


Рис.2. Гистограмма

Вывод: Представленная гистограмма (Рис.2) имеет обычную форму (симметричная, или колоколообразная). Её центр совпадает с серединой. Наивысшая частота расположена в середине и постепенно снижается к обоим концам.

После определения возможности осуществления процесса выполняется оценка точности технологического процесса с помощью коэффициента точности, т. е. возможно ли по данному процессу изготавливать качественные изделия.

$$K_T = \frac{6S}{T} = \frac{7,86}{8} = 0,98$$

Предварительный анализ технологического процесса позволяет сделать ряд следующих выводов:

На Хлебозаводе №1 доля дефектной продукции по показателю пористости белого хлеба составляет $P=0,26\%$, что является отличным показателем и свидетельствует о высоком качестве выпускаемой продукции.

На основе полученных значений ($C_p, C_{pk}=1$) можно сделать вывод, что процесс является управляемым, так как ширина гистограммы укладывается в пределы поля допуска. То есть имеется возможность осуществлять процесс, так как большинство изготавливаемой продукции будет попадать в данные пределы. При оценке возможностей процесса ожидаемый уровень несоответствий от 0 до

0,27%. Значение ожидаемых уровней несоответствий используют только для предварительной оценки качества процессов и мониторинга улучшений.

Полученное значение коэффициента точно ($K_T=0,98$), позволяет сделать вывод, что процесс изготовления белого хлеба требует внимательного наблюдения и нуждается в корректировке.

Хотя гистограмма и позволяет распознать состояние качества партии изделий по внешнему виду распределения, но на основе полученного распределения, крайне сложно оценить степень статистической управляемости технологического процесса.

Для получения более точной информации о состоянии процесса применяются контрольные карты.

Были выполнены расчёты для 10 дней и получены результаты, представленные в таблице 2.

Таблица 2 - Данные для расчета

№ партии	Пористость, %	R_m
1	73	-
2	72	1
3	69	3
4	73	4
5	72	1
6	74	2
7	77	3
8	73	4
9	74	1
10	73	1
Σ	730	20
$\bar{\Sigma}$	73	2,2

Контрольная карта скользящих размахов представлена на Рис. 1

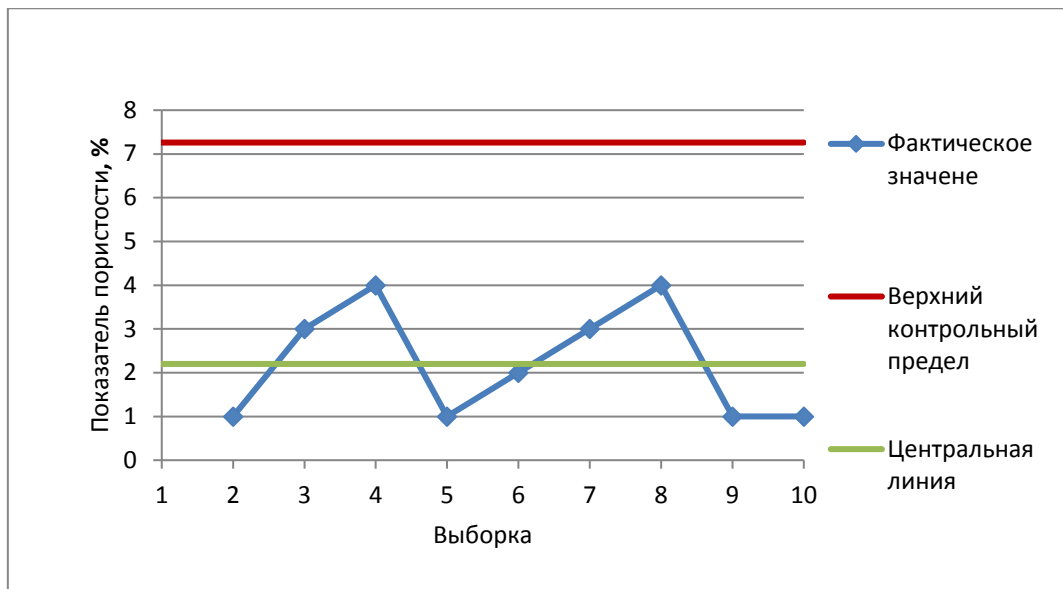


Рис.1 Контрольная карта R_m -скользящих размахов

Вывод: При анализе контрольной карты скользящих размахов выявлено, что кивая, имеет периодическую структуру «то подъем то спад» с примерно одинаковым интервалом времени. Так же на представленной карте (Рис.4) в точках 2,3,4,5,6,7,8 наблюдается непрерывное повышение кривой - тренд (дрейф). Такое поведение указывает на неполадки в технологическом процессе изготовления белого хлеба.

Контрольная карта индивидуальных значений (X-карта) представлена на Рис.2.

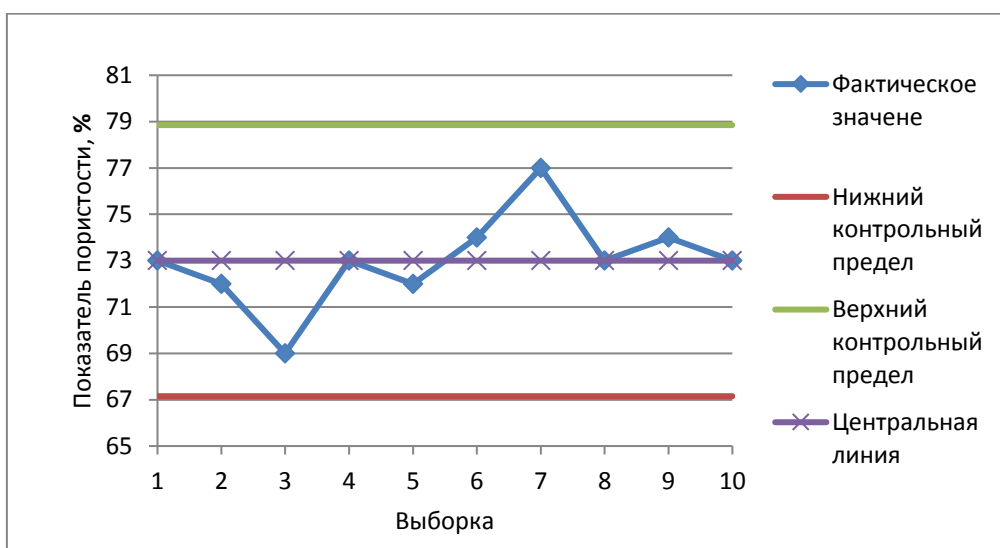


Рис.2 Контрольная карта X - индивидуальных значений

Вывод: На контрольной X-карте наблюдается приближение к центральной линии, непрерывное повышение кривой (тренд) в точках 5, 6, 7, и понижение кривой (тренд) в контрольных точках 1, 2 и 3. Так же можно наблюдать приближение к контрольным границам (т. 3 и 7) и серию (т. 1,2,3,4,5 и т. 6,7,8,9,10), т.е. точки неизменно оказываются по одну сторону от средней линии. Данное поведение кривой является не нормальным и свидетельствует о том, что процесс изготовления белого хлеба нуждается в корректировке и дальнейшем исследовании для выявления причины и устранения несоответствий.

При построении контрольных карт можно сделать вывод, что технологический процесс изготовления белого хлеба является стабильным, но имеет незначительные недостатки и нуждается в корректировке. Для устранения неполадок, следует ввести корректирующие действия (Таблица 3).

Перед началом измерений необходимо выполнить проверку средства измерения при определении пористости, то есть проверить весы контрольные ВК 300.1, а затем повторить измерение.

Таблица 3 - Мероприятия по корректировке технологического процесса

Исследуемый показатель	Причина	Корректирующие действия
Пористость	Слишком горячая вода.	Снизить температуру жидкости
	Излишне долгий процесс замеса	Сократить время на замешивание
	Короткое время на брожение опары или теста	Увеличить время на этот технологический процесс

Заключение. Используя инструменты контроля качества на ООО «Хлебо-завод №1», станет возможно своевременно проконтролировать появление несоответствий, что позволит свести к минимуму вероятность появления дефектов, а так же уменьшить экономические и производственные затраты на изготовление и переработку.

На основании проведенного анализа можно выделить следующие мероприятия по совершенствованию системы управления качеством хлебобулочной продукции на хлебозаводе № 1:

1) выполнить совершенствование системы менеджмента качества за счёт внедрения статистических методов;

2) создание нормативной документации, которая будет включать методы проведения статистического анализа с помощью инструментов контроля качества;

3) выполнить совершенствование качества предметов труда за счёт принятия мер по устранению дефектной продукции.

Внедрение стандарта повысит эффективность и результативность действующей на предприятии системы менеджмента качества (СМК), разработанной согласно требований ГОСТ Р 51705.1-2001 [6] и позволит решить проблемы контроля качества, так же уменьшить затраты связанные с выпуском дефектной продукции.

Статистические методы контроля качества продукции обладают таким важным преимуществом, как возможность обнаружения отклонения технологического процесса от установленных требований, что позволяет своевременно вмешаться в процесс производства и скорректировать его.

Список использованных источников:

1. Кане М.М., Иванов Б.В., Корешков В.Н., Схиртладзе А.Г. Системы, методы и инструменты менеджмента качества: Учебное пособие. СПб.: Питер, 2008.

2. Салдаева Е.Ю. Управление качеством: учебное пособие /Е.Ю. Салдаева, Е.М. Цветкова. — Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2017. — 156 с.