

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт финансов, экономики и управления
(наименование института полностью)

Кафедра Менеджмент организации»
(наименование кафедры)

27.03.02 Управление качеством

(код и наименование направления подготовки, специальности)

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Повышение качества продукции на основе статистического управления процессами (на примере ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ»)

Студент

С.А. Щербакова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

С.Е. Васильева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультант

Е.Ю. Аношина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.э.н. Васильева С.Е.

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2018

Аннотация

Бакалаврскую работу выполнила: Щербакова С.А.

Тема работы: Повышение качества продукции на основе статистического управления процессами на примере ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ».

Научный руководитель: к.э.н., Васильева С.Е.

Цель исследования: Разработка мероприятий по повышению качества продукции на основе статистического управления процессами.

Объект исследования: ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ».

Предмет исследования: Технологический процесс изготовления светильника SPUTNIK.

Методы исследования: Статистическая обработка результатов, диаграмма Парето, диаграмма Исикавы, PFMEA анализ.

В ходе выполнения данной бакалаврской работы были разработаны мероприятия по повышению качества продукции на основе статистического управления процессами, а именно предложены методики проведения MSA анализа и построения контрольных карт средних и размахов. Данные методики позволят предприятию минимизировать выпуск продукции с дефектами, которые проявляются у потребителя в период эксплуатации, и, следовательно, сократить количество рекламаций в адрес ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ».

Практическая значимость работы заключается в том, что отдельные её положения в виде материала подразделов 2.2, 3.1 и приложения могут быть использованы специалистами коммерческих организаций.

Работа состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы из 50 источников и 7 приложений. Общий объём работы, без приложений, 70 страниц машинописного текста, включая 26 таблиц и 29 рисунков.

Abstract

The title of the graduation work is “Improving the quality of products on the basis of statistical process control (by the example of Volzhskiy Lighting plant *LUCH LLC*)”. The aim of the work is to develop activity to improve the quality of products on the basis of statistical process control.

The object of the graduation work is Volzhskiy Lighting plant *LUCH LLC*.

We first study the theoretical aspects of statistical process control. We consider the essence of statistical process control and its basic methods and tools. We then analyze organizational and economic characteristics of Volzhskiy Lighting plant *LUCH LLC*. We then describe manufacturing process of illuminating equipment “SPUTNIK”. We feature the statistical data on consumer complaints and technical opinions by specialists of Volzhskiy Lighting plant *LUCH LLC*. We also analyze the efficiency of statistical process control by FMEA, Ishikawa, Pareto chart. Next we identify the main problems.

Finally, we present the work on the implementation of MSA and Control charts for improving the quality of illuminating equipment “SPUTNIK”.

It can be concluded that the proposed activities will be effective for Volzhskiy Lighting plant *LUCH LLC*.

The graduation project consists of 80 pages, including 29 figures, 26 tables, the list of 50 references including 5 foreign sources and 7 appendices.

Содержание

Введение.....	5
1 Теоретические основы статистического управления процессами.....	7
1.1 Сущность статистического управления процессами.....	7
1.2 Статистические методы управления процессами.....	14
2 Анализ деятельности ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ»	23
2.1. Организационно - экономическая характеристика предприятия.....	23
2.2 Анализ качества продукции ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ».....	29
3 Повышение качества продукции на основе статистического управления процессами.....	48
3.1 Мероприятия по повышению качества продукции.....	48
3.2 Расчёт экономической эффективности мероприятий	64
Заключение	67
Список используемой литературы	69
Приложения	70

Введение

Цель любого предприятия – получение прибыли за счёт производства и реализации высококачественной продукции, соответствующей требованиям потребителей. Качество продукта, по большому счету, считается способностью наделять продукты свойствами, которые удовлетворяют потребности потребителей и рынка в целом. Термин «качество» характеризуется как многомерный критерий: производительность, характеристики, надежность, соответствие, долговечность, удобство обслуживания, эстетика и воспринимаемость. В этом отношении качество является многогранным объектом, и, следовательно, определить качество или улучшение качества непросто. Фраза «пригодность к употреблению» отмечена как обычная концепция качества, тогда как современное определение качества определено как «обратно пропорциональное изменчивости». Соответственно, качество продукта увеличивается, если изменчивость в важных характеристиках продукта уменьшается. Следовательно, можно понять, что улучшение качества - это снижение изменчивости процессов и продуктов. Неспособность контролировать изменения среди продуктов приведет к неудовлетворенности потребителей, или продукты не будут соответствовать их ожиданиям.

Управление статистическими процессами (SPC) - это философия управления, которая опирается на простые статистические методы для выявления и решения проблем процесса и его выходов. Систематически выявляя потенциальные проблемы в управлении процессом, сотрудники организации могут проактивно вносить исправления до того, как ухудшатся результаты качества.

Таким образом, актуальность данной работы заключается в том, что методы SPC помогают специалистам оценивать, соответствуют ли процессы

и продукты спецификациям разработки, а также помогают организациям повышать возможности процессов и сокращать количество дефектной продукции.

Цель данной бакалаврской работы: разработка мероприятий по повышению качества продукции, основанные на методах статистического управления процессами.

Задачи данной бакалаврской работы:

1)Изучить теоретические аспекты статистического управления процессами;

2)Рассмотреть понятие и сущность статистического управления процессами и существующие методы.

3)Провести анализ организационно-экономических показателей деятельности ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ»;

4)Провести анализ качества выпускаемой светотехнической продукции ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ»;

5)Разработать мероприятия по улучшению качества продукции.

Объектом исследования является ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ».

Предметом исследования является технологический процесс производства профильного светильника SPUTNIK.

Информационной базой для написания данной бакалаврской работы послужили: учебная литература по данной теме, научные статьи на русском и английском языках, стандарты, нормативная документация ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ», статистические данные по рекламациям от потребителей ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ», данные бухгалтерской отчётности ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ».

Структура данной бакалаврской работы состоит из введения, трёх глав, заключения, списка используемой литературы и приложений. В работу входят 26 таблиц, 29 рисунков, 50 источников литературы.

1 Теоретические основы статистического управления процессами

1.1 Сущность статистического управления процессами

Производство продукции включает в себя контроль качества, в процессе которого происходит проверка готовой продукции на предмет соответствия установленным требованиям и отбраковка несоответствующих единиц. Но такая стратегия часто приводит к чрезмерным затратам, поскольку контроль качества основывается уже на изготовленной продукции и устранение несоответствий возьмёт на себя дополнительные затраты, либо их вовсе нельзя будет устранить. Наиболее эффективна стратегия предупреждения потерь, которая позволяет предотвращать производство несоответствующей продукции. Эта стратегия включает в себя сбор информации о процессе, её анализ и улучшение процесса на основе современных инструментов управления качеством.

Статистическое управление процессом – это методология по поддержанию стабильности процессов для обеспечения потребителей продукцией и услугами, соответствующих установленным требованиям.

Согласно существующей системе международных стандартов термин «SPC» или «Statistical Process Control» в переводе с английского языка на русский означает "Статистический контроль управления процессами".

Для системы управления процессом важны четыре элемента:

1) Сам процесс. Под процессом, в данном случае, подразумевается система взаимосвязи поставщика, производителя и потребителя. В неё входят: требования потребителей по качеству, количеству, цене и срокам; квалифицированный персонал организаций; оборудование, станки и инструмент; технология производства; методы контроля качества; окружающая среда – всё, что необходимо для создания продукта.

2)Информация об эффективности. Необходимо понимать сам процесс и его внутреннюю изменчивость. Для этого необходимо знать ключевые характеристики процесса, например: количество циклов, температура, скорость впрыска, длительность цикла, скорость охлаждения и прочие характеристики. Далее следует обозначить целевые значения для ключевых характеристик, а затем выяснить, близко ли процесс находится к данным целевым значениям. При правильном сборе информации о процессе можно определить процесс действует обычным или необычным образом. При необходимости должны быть предприняты своевременные корректирующие действия.

3)Действия над процессом. В случае, когда действия над процессом предпринимаются для предотвращения сильных отклонений ключевых характеристик от целевых значений, они являются наиболее экономичными. Благодаря этому поддерживается изменчивость выхода процесса в экономически приемлемых границах, а также обеспечивается стабильность процесса.

4)Действия над продуктом. Чаще всего действия над продуктом используются по отношению к уже произведённой продукции, на которой были обнаружены несоответствия. При этом не учитываются коренные причины проблем несоответствий. Поэтому данные действия обладают наименьшей экономической эффективностью. В основном в таких случаях прибегают к сортировке изготовленной продукции, отбраковке и доработке несоответствующих единиц продукции. Это будет продолжаться до тех пор, пока не будет выполнен план корректирующих действий над процессом.

Эффективное управление процессами не должно быть полностью связано с контролем, направленным только на выход процесса. Данная мера должна предприниматься как корректирующее действие только временно при нестабильности процесса. Поэтому необходимо фокусировать внимание на сборе и анализе информации о процессе, то есть на действиях, которые

корректируют сам процесс. Необходимо концентрироваться на предупреждении несоответствий, а не на обнаружении.

Основными статистическими понятиями являются:

1) Вариация (изменчивость).

Для эффективного использования полученных данных, необходимых для управления процессом, важно понимать, что такое «изменчивость».

Изменчивость – это неизбежные различия среди индивидуальных результатов процесса. Два продукта или две характеристики этого продукта не могут быть абсолютно одинаковыми, потому что любой процесс содержит множество источников изменчивости. Различия между продуктами могут быть значительными, а могут быть неизмеримо малыми, но они всегда будут присутствовать. С течением времени происходит износ оборудования и инструмента. Разные партии материалов могут иметь разную прочность, твёрдость. Оператор может выполнять свою работу с разной подачей деталей в станок, по-разному располагать детали в оснастке. Наладчик может заменить изношенные детали на оборудовании или провести несвоевременный ремонт оборудования. Разные партии деталей могут быть изготовлены в разных условиях окружающей среды (температура воздуха в цехе, постоянство источника энергии). Все эти ситуации являются причинами изменчивости процесса.

Одни причины изменчивости порождают кратковременные различия между результатами процесса, другие - имеют тенденцию создавать изменения только в течение длительных временных периодов, например, постепенно, как при износе оборудования или инструмента, или нерегулярно, как, например, при изменении температуры среды или колебании в источниках энергии. Поэтому интервал времени и условия, при которых делались измерения, будут влиять на величину общей наблюдаемой изменчивости.

Индивидуальные значения могут отличаться друг от друга (Рисунок 1.1), но при группировании и увеличении выборки они образуют структуру, которая может быть изображена в виде распределения (Рисунок 1.2).

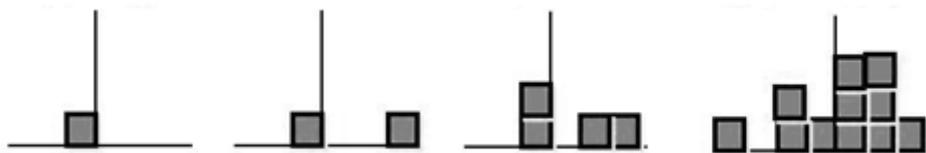


Рисунок 1.1 – Распределение индивидуальных значений

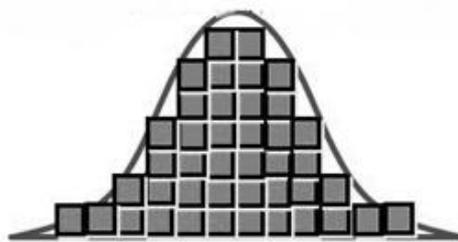


Рисунок 1.2 – Структура индивидуальных значений в виде распределения

Это распределение может быть определено по положению (среднему), разбросу (R или σ) и по форме (Рисунок 1.3).

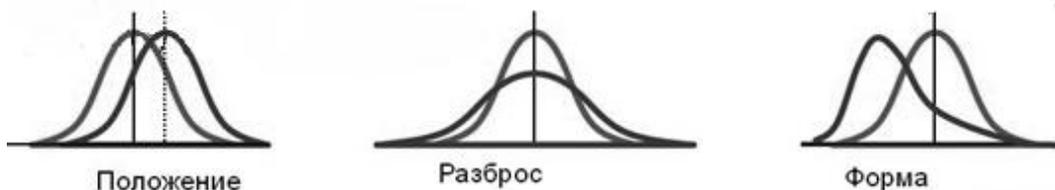


Рисунок 1.3 – Распределение значений по положению, разбросу и форме

С точки зрения минимальных требований вопрос изменчивости часто упрощают: детали с размерами, находящимися внутри допусков, приемлемы, а детали вне допусков - неприемлемы. Но цель статистического управления процессами состоит в том, чтобы обеспечить минимальные отклонения показателей от целевых значений, то есть снизить изменчивость.

Причины изменчивости могут быть объединены в два основных класса: обычные и особые причины.

К обычным причинам относятся многочисленные источники в процессе, при функционировании которых процесс имеет стабильное и повторяемое распределение во времени. Статистически управляемое состояние процесса возможно только при влиянии обычных причин, при этом они ведут себя как стабильная система случайных причин. Если имеются только обычные причины изменчивости процессов, и они не изменяются, то выход процесса всегда можно предсказать.

Особые причины, которые часто называют «неслучайные причины», отражают любые вызывающие изменчивость факторы, влияющие только на некоторые выходы процесса. Они часто прерываются и непредсказуемы. О появлении особых причин говорят одна или несколько точек вне контрольных границ. До тех пор, пока все особые причины изменчивости не будут обнаружены и устранены, выход процесса будет нестабилен. Если особые причины присутствуют в процессе, то выход невозможно предсказать.

2) Управление (стабильность)

Система управления процессом является неотъемлемой частью общей системы управления. Цель системы управления процессом – описание текущего и предсказание будущего его состояния. Это помогает принимать экономически верные решения относительно действий, связанных с процессом. Данные решения должны быть основаны на сопоставлении последствий выполнения излишних действий, например: риск излишней регулировки, и невыполнения необходимых корректирующих действий, например: незамеченная разладка оборудования. Данные риски необходимо рассматривать во взаимосвязи двух типов причин изменчивости – особых и обычных причин.

Стабильность – отсутствие особых причин изменчивости, свойство состояния статистической управляемости.

Стабильный процесс – процесс, находящийся в статистически управляемом состоянии. Результаты стабильного (статистически

управляемого) процесса и их изменчивость – предсказуемы и объясняются постоянным действием системы обычных причин. На рисунке 1.4 представлен стабильный во времени процесс.



Рисунок 1.4- Стабильный процесс

На рисунке 1.5 представлен нестабильный во времени процесс.

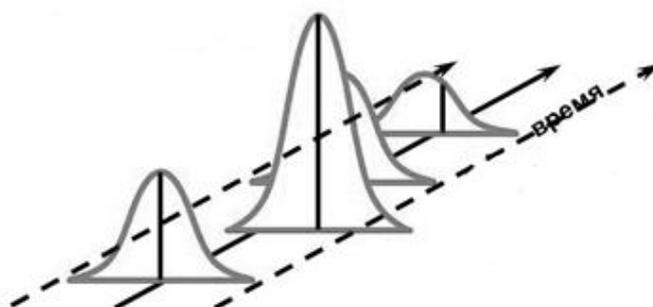


Рисунок 1.5- Нестабильный процесс

Если источники изменчивости - только обычные причины, то процесс функционирует в статистически управляемом состоянии. Следовательно, основное назначение системы управления процессом – оповещение в ситуациях, когда присутствуют особые причины изменчивости, и отсутствие ложных сигналов в тех случаях, когда таких причин нет. Такая система позволяет принимать своевременно соответствующие корректирующие действия по присутствующим особым причинам.

Систему управления процессом можно использовать однократно для оценки (плохой или хороший, устойчивый или неустойчивый, воспроизводимый или невоспроизводимый и т.д.), но реальная польза от этой системы возникает, когда она используется как непрерывное средство изучения.

3) Возможности процесса

Возможности процесса – способность процесса обеспечивать соответствие требованиям спецификации.

Для рассмотрения возможностей процесса используются два понятия – воспроизводимость процесса и пригодность процесса.

Воспроизводимость процесса имеет взаимосвязь с изменчивостью, происходящей от обычных причин, и показывает наилучшие возможности самого процесса, когда он находится в статистически управляемом состоянии. Но внешних или внутренних потребителей чаще всего интересует пригодность процесса – общий выход процесса и его соответствие требованиям, определённым как допуск, безотносительно к изменчивости процесса.

Когда процесс находится в статистически управляемом состоянии, его можно описать предсказуемым распределением. Это помогает определять долю деталей, соответствующих требованиям. Если процесс не выходит из статистически управляемого состояния, то он не проявляет изменения в положении, разбросе или форме и продолжает производить ту же долю изделий, соответствующую требованиям.

Сначала процесс должен быть доведён до статистически управляемого состояния, обнаружив особые причины изменчивости и устранить их. И далее пригодность процесса будет предсказуема, и может быть определена его способность соответствовать требованиям потребителей. Это является основой для постоянного улучшения процесса.

Присущая процессу изменчивость должна быть гораздо меньше допуска. Только при этом условии процесс может быть в статистически управляемом состоянии и быть приемлемым.

4) Последствия излишнего регулирования

Излишняя регулировка – ненужное вмешательство: совершение каких-либо действий над процессом, находящимся в статистически управляемом состоянии. Ошибочное приписывание процессу особых причин, когда фактически присутствуют лишь присущие процессу обычные причины.

Регулировка процесса, находящегося в статистически управляемом состоянии, может стать особой причиной изменчивости и привести к разладке – выходу из статистически управляемого состояния.

Таким образом, статистическое управление процессами позволяет своевременно идентифицировать особые причины, возникающие при функционировании процесса, предпринимать своевременные корректирующие действия, обеспечивать стабильность процесса, а значит переводить его в статистически управляемое состояние. Следовательно, продукция на выходе будет соответствовать требованиям потребителей.

1.2 Статистические методы управления процессами

Сущность статистических методов управления процессами заключается в том, что вывод о качестве изготовленной продукции и технологического процесса делают по результатам выборочного контроля изготавливаемой продукции. Необходимо периодически проводить выборку продуктов и осуществлять измерение их характеристик, чтобы своевременно выявлять несоответствия в ходе процесса. Если отклонения не выявлены – продолжать процесс. Если отклонения выявлены – разработать и выполнить корректирующие действия.

Статистические методы управления процессам – неотъемлемая часть системы менеджмента качества массового и серийного производства, к процессам которого предъявляются требования высокой воспроизводимости, пригодности и стабильности.

Оценить состояние процесса можно с помощью следующих методов:

- 1) Контрольные карты;
- 2) Оценка возможностей процесса.

Рассмотрим подробно каждый метод.

Контрольные карты. Контрольная карта – это график, используемый для оценки возможностей процесса и поддержания его стабильности. Контрольная карта позволяет оценить степень контроля над процессом, проводя различие между изменчивостью, связанной с различными обычными причинами, и изменчивостью, связанной с особыми причинами, которые необходимо исследовать и решать с помощью корректирующих действий. Если точки, обозначающие состояние процесса, остаются в пределах контрольных границ, а их распределение является нормальным, то изменчивость связана со случайными причинами и процесс считается стабильным. Точки, которые выходят за пределы контрольных границ или представлены в виде распределения, которое не является нормальным, говорят о нестабильности процесса, о его бесконтрольности. Можно сделать процесс более стабильным, определяя и исключая причины выхода за пределы контрольных границ, а также предпринимая меры, чтобы избежать их повторного появления. Общий вид контрольной карты представлен на рисунке 1.6.

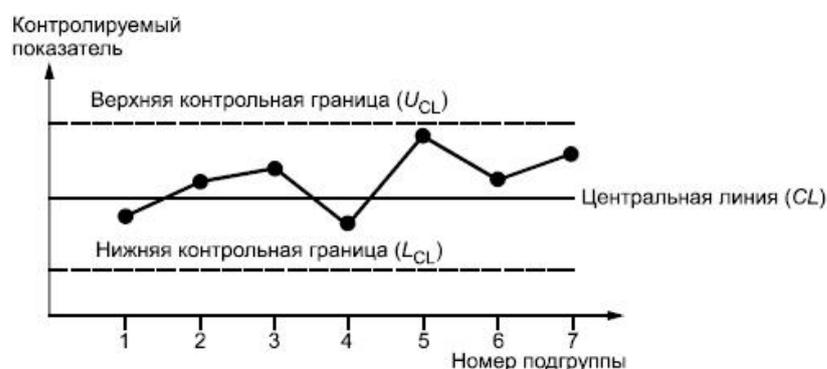


Рисунок 1.6 – Общий вид контрольной карты

Критерием состояния процесса по анализируемому параметру является положение очередных значений по отношению к предыдущим значениям, среднему значению, заранее рассчитанным контрольным границам.

Обязательными элементами контрольной карты являются верхняя и нижняя контрольные границы, средняя линия.

На контрольной карте обозначаются контрольные границы, которые находятся на расстоянии 3σ с обеих сторон относительно центральной

линии, где σ - стандартное отклонение совокупности статистических данных. При подчинении статистических данных нормальному распределению границы на расстоянии $\pm 3\sigma$ от центральной линии демонстрируют, что примерно 99,7% значений из собранных статистических данных попадут в эти пределы при условии, что анализируемый процесс находится в статистически управляемом состоянии. Иными словами, при стабильном процессе вероятность того, что точка на контрольной карте окажется вне контрольных границ, составляет 0,003 или 3 случая из 1000.

Контрольные карты бывают двух основных видов: для количественных и для альтернативных данных.

Виды контрольных карт для количественных данных используются в тех случаях, когда результаты наблюдений – непрерывные величины.

Таблица 1.1 – Виды контрольных карт для количественных данных

Контрольные карты положения	Совмещённые контрольные карты
<i>X</i> - Карта индивидуальных значений <i>X</i> - Карта средних <i>X</i> - Карта медиан	<i>X – MR</i> <i>X – R</i> <i>X – R</i> <i>X – S</i>
Контрольные карты разброса	
<i>R</i> - Карта размахов	
<i>MR</i> -Карта скользящих размахов <i>S</i> -Карта стандартных отклонений	

Виды контрольных карт по альтернативному признаку используются в ситуациях, когда результаты наблюдений – натуральные числа или категоризованные данные.

Таблица 1.2 – Виды контрольных карт по альтернативному признаку

Единицы дефектной продукции	Дефекты продукции
np- Карта числа несоответствующих единиц продукции р- Карта долей несоответствующих единиц продукции	с- карта числа несоответствий u-карта числа несоответствий на единицу продукции

Тип контрольной карты можно выбрать по алгоритму, представленному на рисунке 1.7.

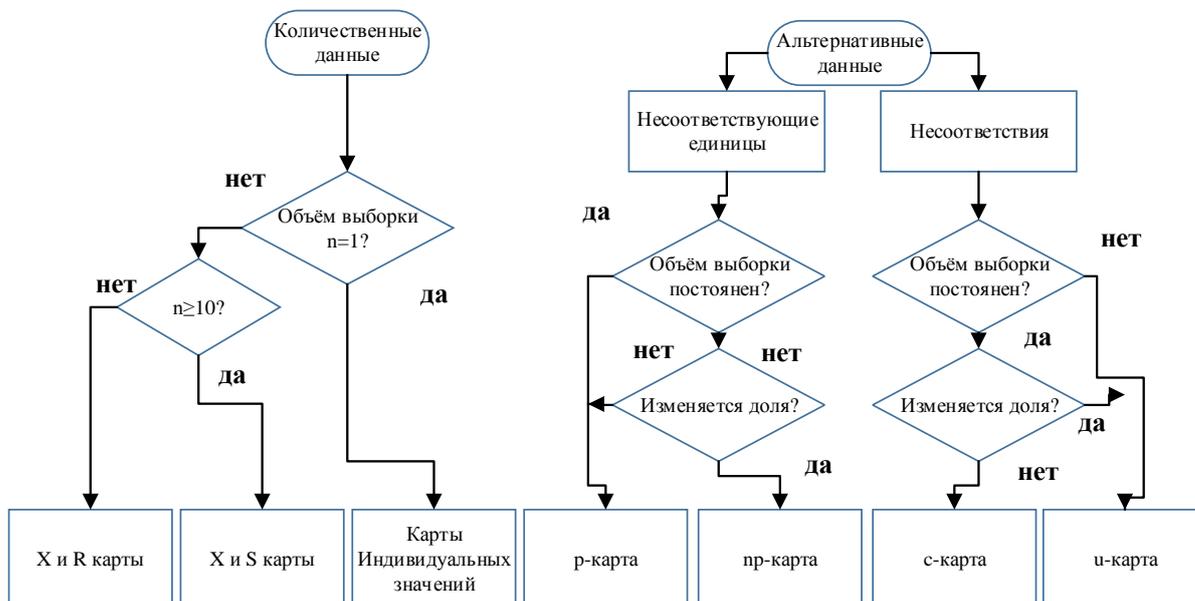


Рисунок 1.7– Типы контрольных карт

В таблице 1.3 представлены формулы для определения центральной линии и контрольных границ для контрольных карт соответствующего вида.

Таблица 1.3 – Формулы для определения контрольных границ контрольных карт для количественных данных.

Статистика	Оценки контрольных границ		Заданные контрольные границы	
	Центральная линия	U_{cl} и L_{cl}	Центральная линия	U_{cl} и L_{cl}
\bar{X}	\bar{X}	$\bar{X} \pm A_2 R$ или $\bar{X} \pm A_3 s$	μ_0	$\mu_0 \pm A \sigma_0$
R	R	$D_4 R, D_3 R$	$d_2 \sigma_0$	$D_2 \sigma_0; D_1 \sigma_0$
s	s	$B_4 s, B_3 s$	$C_4 \sigma_0$	$B_6 \sigma_0; B_5 \sigma_0$

Где $A_2, A_3, D_4, D_3, B_4, B_3, d_2, C_4, A, D_2; D_1 B_6; B_5$ - известные коэффициенты для нахождения контрольных границ.
 μ_0 и σ_0 - заданные значения.

Карты средних и размахов используют в случае, когда объём выборки менее 10 единиц. В случае объёма выборки более 10 единиц рациональнее использовать X-карты и s-карты, так как при увеличении объёма выборки размах становится менее эффективными в качестве оценки стандартного отклонения процесса.

Наиболее часто используются контрольные карты средних (X) и размахов (R). Контрольная карта средних (X) и размахов (R) показывает изменение в процессе путем построения фактических средних значений набора данных выборки. Каждый набор выборочных данных состоит из нескольких наблюдений за оцениваемым процессом. Эти данные строятся на фоне среднего значения всех взятых измерений верхних и нижних контрольных пределов для данных.

Для каждой подгруппы вычисляется среднее значение (X) и размах (R) при помощи программы по формулам 1.2 и 1.3:

$$X = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \quad (1.1)$$

$$R = X_{max} - X_{min} \quad (1.2)$$

Где X_1, X_2, \dots, X_n - индивидуальные значения в подгруппе;
 n – Объём подгруппы.

Вычисляется общее среднее (X) и средний размах (R) по формулам 1.3 и 1.4:

$$X = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_k}{k} \quad (1.3)$$

$$R = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k} \quad (1.4)$$

где k – число подгрупп;

X и R - размах и среднее подгруппы;

Рассчитываются контрольные границы для того, чтобы определить насколько средние и размахи подгрупп изменяются под действием только обычных причин. Верхняя и нижняя контрольные границы для размахов и средних вычисляются по формулам, представленным в таблице 1.3. Коэффициенты для нахождения контрольных границ представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4. – Коэффициенты для нахождения контрольных границ.

n	D ₄	D ₃	A ₂	d ₂
2	3,27	-	1,88	1,13
3	2,57	-	1,02	1,69
4	2,28	-	0,73	2,06
5	2,11	-	0,58	2,33
6	2,00	-	0,48	2,53
7	1,92	0,08	0,42	2,70
8	1,86	0,14	0,37	2,85
9	1,82	0,18	0,34	2,97
10	1,78	0,22	0,31	3,08

Целью контрольных карт является не совершенство, а разумное и экономичное управляемое состояние. Поэтому для практических целей управляемый процесс не такой, где карта никогда не показывает признаков выхода из управляемого состояния. Если процесс никогда не выходит из управляемого состояния, нужно задуматься, следовало ли строить контрольные карты для этого процесса.

Оценка возможностей процесса. Оценка возможностей процесса - это метод, который используется для определения способности процесса удовлетворять спецификациям продукта или услуги. Это полезный инструмент для оценки изменений в процессе, и он может улучшить управление процессом. Хотя процесс может находиться в пределах контроля, определяемых данными контрольной диаграммы, оценка возможностей позволяет делать шаг вперед, оценивая количество изменений в результатах процесса по сравнению с возможностями процесса. Анализ возможностей основан на измерениях возможностей процесса и управлении технологическим процессом. Эти меры основаны на средствах и стандартных отклонениях переменной процесса, и они являются индикаторами способностей или возможностей процесса для выполнения. Аналогично, показатели фактической производительности процесса и управления процессом демонстрируют, как фактически выполняется процесс. Сравнение фактических данных управления технологическим процессом с данными возможностей процесса помогает менеджерам численно оценивать, сколько

изменений существует в процессе контроля (в пределах контроля), и будут ли изменения процесса уменьшать вариацию.

Возможности процесса могут быть охарактеризованы следующими показателями:

1) Индексы воспроизводимости (C_p и C_{pk}).

Индекс воспроизводимости (C_p) – показатель, который сравнивает возможности процесса с максимально возможной изменчивостью, определяемой как допуск. Этот индекс определяет то, насколько процесс будет удовлетворять требования к изменчивости. Следует отметить, что индекс C_p характеризует только отношение длины интервала допуска к длине опорного интервала, а положение или центрирование процесса этот индекс не учитывает. При высоких значениях можно получить любой процент выхода за установленные границы. Потому важно также анализировать расстояние между средним процесса и ближайшей границей допуска.

Индекс воспроизводимости (C_{pk}) – показатель, который учитывает положение процесса. Для двустороннего допуска C_{pk} всегда не больше, чем C_p ($C_{pk} \leq C_p$). C_{pk} равен C_p только для процессов, настроенных на центр допуска.

2) Индексы пригодности (P_{pk} и P_p).

Индекс пригодности (P_p) – показатель, сравнивающий пригодность процесса с максимально допустимой изменчивостью, определяемой как допуск.

Индекс пригодности (P_{pk}) – показатель, который учитывает ещё и положение процесса. Для двустороннего допуска P_{pk} всегда не больше, чем P_p ($P_{pk} \leq P_p$). P_{pk} равен P_p только для процессов, настроенных на центр допуска.

Формулы для вычисления показателей воспроизводимости и пригодности представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Формулы для расчёта воспроизводимости и пригодности

Воспроизводимость	Пригодность
$C_p = \frac{\text{ВГД } USL - \text{НГД}(LSL)}{6\sigma} \quad (1.5)$	$P_p = \frac{\text{ВГД } USL - \text{НГД}(LSL)}{6\sigma} \quad (1.11)$
$C_{pk} = \frac{\min(USL - X, (X - LSL))}{3\sigma} \quad (1.6)$ <p>Где σ- для X-R и X-MR карт:</p>	$P_{pk} = \frac{\min(USL - X, (X - LSL))}{3\sigma} \quad (1.12)$ <p>Где σ:</p>
$R = X_{max} - X_{min} \quad (1.7)$	
$\sigma_R = \frac{R}{d_2} \quad (1.8)$ <p>σ для X-S карт:</p>	$\sigma = \sqrt{\frac{n}{n-1} \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (1.3)$
$S = \frac{\sqrt{\sum (X_{i,k} - X_k)^2}}{n-1} \quad (1.9)$	
$\sigma_s = \frac{S}{c_4} \quad (1.10)$	

Рассчитанные индексы воспроизводимости и пригодности необходимо сравнить между собой для обеспечения понимания потенциальных выходов процесса и выделения приоритетов для улучшения:

1) Значения C_{pk} (P_{pk}) менее 1 указывают на то, что процесс является невоспроизводимым и не пригоден, а =1 указывает на то, что процесс находится на границе воспроизводимости. На практике в качестве минимально полностью приемлемого значения C_{pk} (P_{pk}) принимают равным 1,33, поскольку всегда есть некоторые вариации в выборках и не существует процессов, которые всегда находятся в статистически управляемом состоянии. В идеале C_{pk} (P_{pk}) должны быть больше 1,67.

2) Всегда должно выполняться следующее условие: $C_{pk} \leq C_p$, $P_{pk} \leq P_p$, при этом значения C_p и C_{pk} (P_p и P_{pk}) должны быть близки друг к другу – это индикатор хорошей настройки процесса.

3) Если C_p (P_p) существенно больше C_{pk} (P_{pk}) – это обозначает, что для улучшения процесса его нужно центрировать.

4) Низкие значения C_p и C_{pk} – могут свидетельствовать об увеличении внутригрупповой изменчивости.

5) Низкие значения P_p и P_{pk} – возникают в результате влияния полной изменчивости.

б) Большое различие между значениями C и P – признак появления особой причины (причин).

В качестве стратегии по улучшению процесса можно использовать процедуру, схематически представленную на рисунке 1.8.

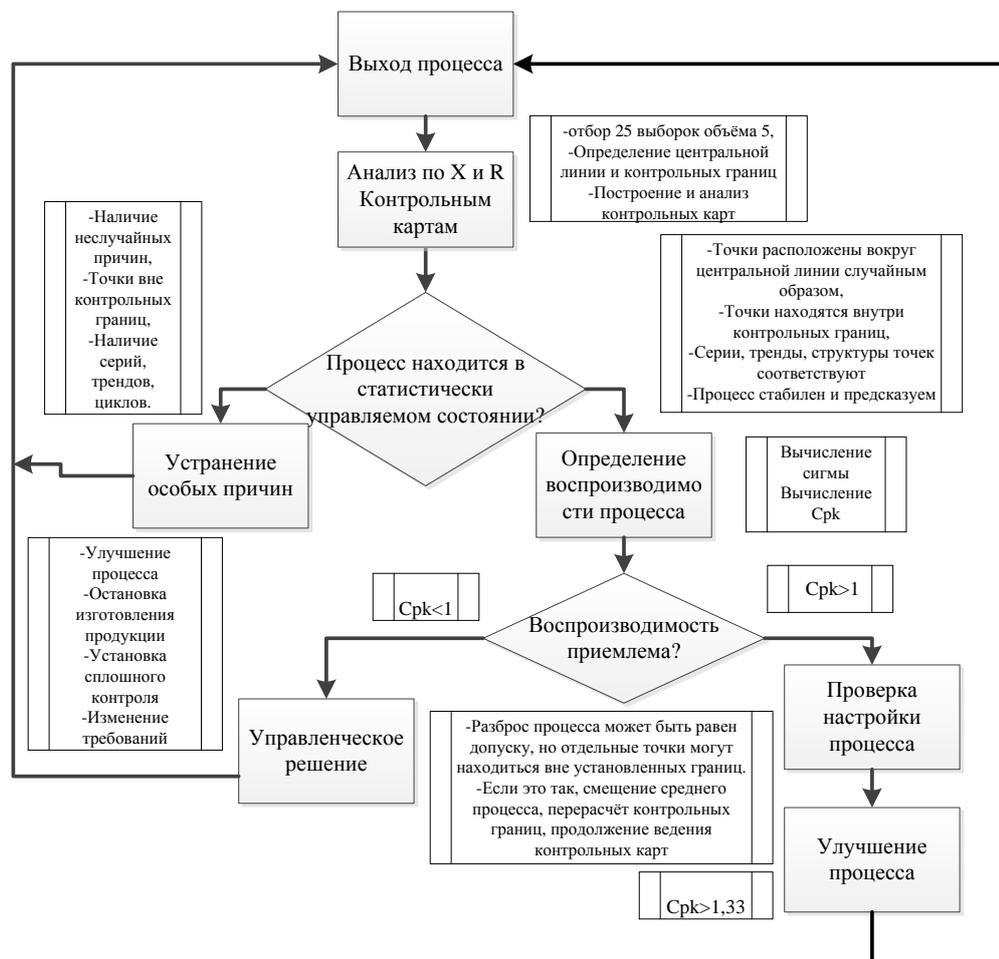


Рисунок 1.8 – Стратегия улучшения процесса

Таким образом, статистические методы позволяют установить наличие случайных или неслучайных влияний в анализируемом процессе, исследовать картину разброса. В результате проведённого анализа можно оценить возможность управления процессом и создать необходимые условия для этого управления. Основная идея статистического управления – стабильность и предсказуемость характеристик процесса для последующего его улучшения.

2 Анализ деятельности ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ»

2.1. Организационно - экономическая характеристика предприятия

ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ» - активно развивающаяся многопрофильная светотехническая компания, которая разрабатывает и производит современную энергосберегающую люминесцентную и светодиодную светотехническую продукцию под торговой маркой «Lumier» специального и общего назначения. Наличие собственного современного оборудования, внедрение инновационных технологий, использование комплектующих и материалов российских и иностранных производителей, 100% контроль качества продукции – всё это позволяет компании предлагать потребителям светотехнику высокого качества, соответствующую современным требованиям и стандартам.

Собственная светотехническая лаборатория оснащена уникальным измерительным оборудованием, которое даёт возможность проводить сложные исследования характеристик производимой продукции, источников света и питающей аппаратуры. В результате светодиодные и люминесцентные светильники Lumier всегда соответствуют заявленным светотехническим параметрам.

ООО «ВСТЗ ЛУЧ» является одним из ведущих производителей светотехники в России. Завод производит свыше двух тысяч номенклатурных позиций, предназначенных для различных областей применения общего и специального назначения. В настоящее время собственные мощности компании позволяют производить до 50000 единиц продукции в месяц.

Полное наименование – Общество с ограниченной ответственностью «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ». Сокращённое наименование – ООО «ВСТЗ ЛУЧ»

Юридический адрес: 445000, Самарская область, г. Тольятти, ул. Вокзальная, д.94А.

Основным видом деятельности является производство светотехнической продукции. Дополнительные виды деятельности – металлообработка и полимерная порошковая окраска металлоизделия, лазерная резка изделий из металла, аудит системы освещения.

Миссия предприятия состоит в завоевании лидирующих позиций на отечественном и зарубежном рынках посредством постоянного увеличения энергоэффективности выпускаемой продукции, расширении производимой линейки, минимизации затрат, удовлетворённости потребителя по качеству, объёмам и срокам. Также освоение новых направлений бизнеса для диверсификации деятельности компании, которая позволит предприятию быть менее подверженным кризисным явлениям.

Цель деятельности организации – максимизация прибыли.

Задачи:

- Повышение производительности и эффективности использования производственных мощностей;
- Оптимизация производственных процессов;
- Повышение качества светотехнической продукции;
- Увеличение рыночной доли;
- Увеличение объёмов производства светотехнической продукции.

Основная продукция ООО «ВСТЗ ЛУЧ» представлена в таблице 2.1:

Таблица 2.1 – Основная продукция ООО «ВСТЗ ЛУЧ»

Источники света	Назначение светильников	Модели светильников
Светодиоды	Торгово-офисное освещение	OFLED SL 66, OFLED SL 66G, OFLED SL 36, OFLED SL 112, OFLED SL 312, OFLED LINE VECTOR LED, SPOT, DIRECT LINE, BASE.
	Промышленно-складское освещение	SPUTNIK, TITAN, METEOR K, FOCUS SATURN, MALL LED, ARCTIC LED.
	Светильники специального назначения	OZON LED SL, MALL LED SS

	Уличное освещение	TITAN C, WAVE
	Взрывозащищённые светильники	SPUTNIK EX1, SPUTNIK EX2, TITAN EX1.
Газоразрядные лампы	Люминесцентные светильники	INDUSTRY, NEXT
	Тепловые светильники	FLORA

Из таблицы 2.1 видно, что ООО «ВСТЗ ЛУЧ» производит люминесцентные, тепловые и светодиодные светильники. Но основную долю производства занимают светодиодные светильники.

Светодиоды (с английского «LED – Lighting Emitted Diode») — наиболее развивающаяся область источников света.

Таблица 2.2 – Преимущества и недостатки применения светодиодов.

Преимущества	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> -Длительный срок эксплуатации; -Высокая надежность; -Высокая устойчивость к внешним факторам, таким как: температура окружающей среды, влажность, механические нагрузки и т.д.; -Габаритные размеры малы; -Высокий коэффициент светового потока; -Отсутствие ртути и стекла (экологическая безопасность). 	<ul style="list-style-type: none"> -Малая единичная мощность. В связи с этим необходимо использовать большое количество светодиодов для создания необходимого уровня освещённости; -Необходимо использование специальных светодиодных драйверов; -Высокая цена.

Несомненно, что светодиоды в ближайшие десятилетия смогут вытеснить с рынка газоразрядные источники света. Поэтому производство светодиодных светильников является перспективным направлением для ООО «ВСТЗ ЛУЧ».

Основные потребители ООО «ВСТЗ ЛУЧ» представлены на рисунке 2.1:

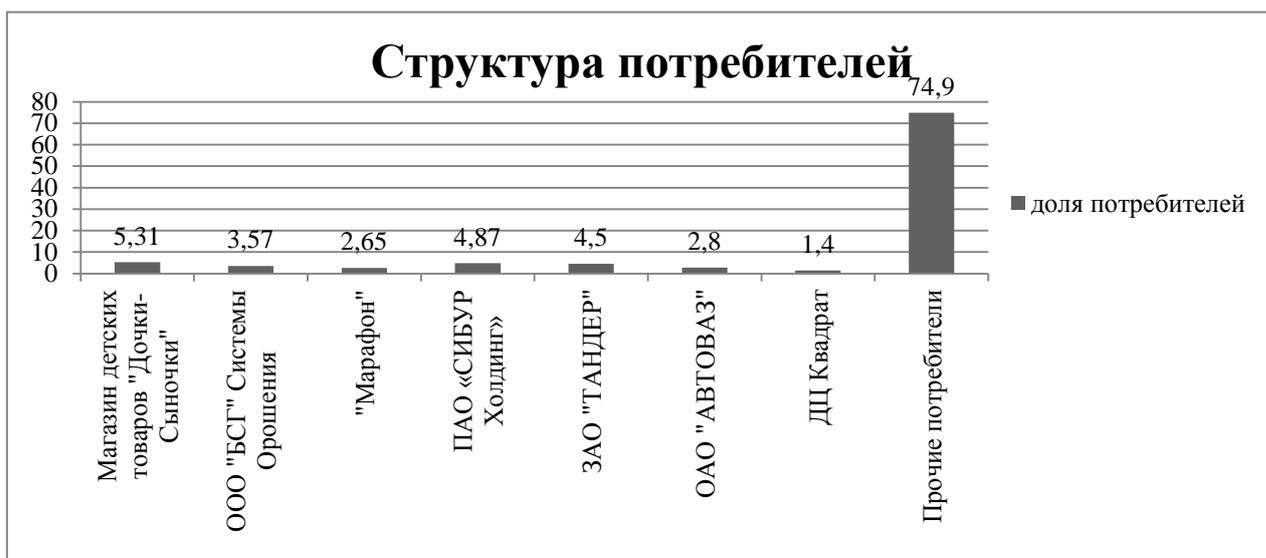


Рисунок 2.1 – Структура потребителей ООО «ВСТЗ ЛУЧ»

Основные поставщики сырья и материалов ООО «ВСТЗ ЛУЧ» представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Основные поставщики ООО «ВСТЗ ЛУЧ»

Поставщики	Поставляемые комплектующие и материалы
ООО «Аргос-Трейд», ООО «НПК ТрансЭТ», ООО «Люмбер», Helvar, Osram, Tridonic	основные поставщики светодиодных драйверов и энергопускорегулирующей аппаратуры
ООО «Металлобаза», ООО ТЕХНОЛОГИЯ», ООО «Гефест»	основные поставщики металла.
ООО «ИЗАН», ООО «Светоч»	основные поставщики алюминиевых профилей.
ООО «Трион лед», ООО «Планар», ООО «СД Групп»	основные поставщики светодиодных модулей, светодиодов и печатных плат.
ООО «СТРОЙПЛАСТ», ООО «Фарос»	основные поставщики полимерных светорассеивателей.

Основные конкуренты ООО «ВСТЗ ЛУЧ», которые производят аналогичную продукцию, представлены на рисунке 2.2:

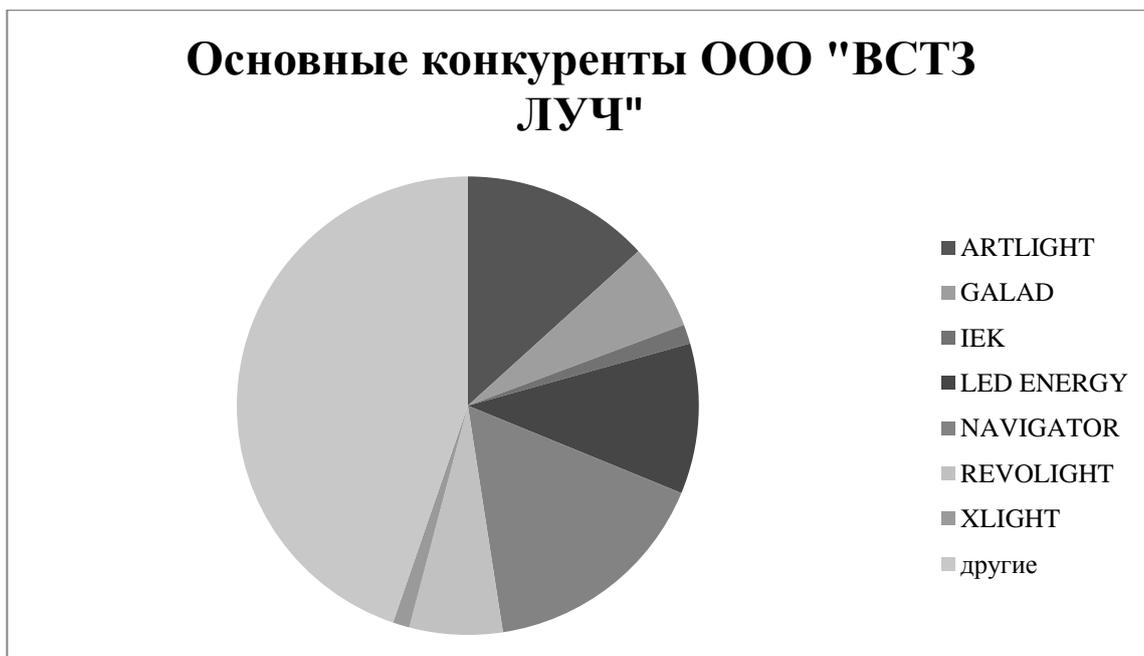


Рисунок 2.2 – Основные конкуренты ООО «ВСТЗ ЛУЧ».

Так как на светотехническом рынке достаточно много игроков, производящих аналогичную продукцию, то ООО «ВСТЗ ЛУЧ» необходимо увеличивать свои конкурентные преимущества. Для этого необходимо: разрабатывать новые светильники, исследовать и проводить экспертизы качества продукции, обмениваться опытом с научно-исследовательскими институтами, и, конечно же, обучать специалистов.

На ООО «ВСТЗ ЛУЧ» работает 128 человек. Организационная структура предприятия представлена в приложении А.

Рассмотрим основные организационно-экономические показатели деятельности ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ» за 2015-2017 гг. Основные показатели представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Основные организационно-экономические показатели деятельности ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ» за 2015-2017г.

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Изменение					
				2015-2016гг.		2016-2017гг.		2015-2017гг.	
				Абс. (гр.3- гр.2)	Относ. (темп прироста , % (гр3-гр2) ×100%/г р.2	Абс. (гр4-гр.3)	Относ. (темп прироста , % (гр4- гр.3) ×100%/г р.3	Абс. (гр.4-гр.2)	Относ. (темп приро ста), % (гр.4- гр.2)× 100%/ гр.2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Выручка, тыс.руб.	190452	240653	340562	50201	26%	99909	42%	150110	79%
2. Себестоимость продаж, тыс.руб.	76180,8	103480,79	160064,14	27299,99	36%	56583,35	55%	83883,34	110%
3. Валовая прибыль(убыток), тыс.руб.	114271,2	137172,21	180497,86	22901,01	20%	43325,65	32%	66226,66	58%
4. Управленческие расходы, тыс.руб.	20949,72	24065,3	40867,44	3115,58	15%	16802,14	70%	19917,72	95%
5. Коммерческие расходы, тыс. руб.	9522,6	14439,18	23839,34	4916,58	52%	9400,16	65%	14316,74	150%
6. Прибыль (убыток) от продаж, тыс. руб.	83798,88	98667,73	115791,08	14868,85	18%	17123,35	17%	31992,2	38%
7. Чистая прибыль, тыс. руб.	67039,1	78934,184	92632,864	11895,08	18%	13698,68	17%	25593,76	38%
8. Основные средства, тыс. руб.	11364,6	12113,22	12834,305	748,62	7%	721,085	6%	1469,705	13%
9. Оборотные активы, тыс. руб.	79989,84	103480,79	153252,9	23490,95	29%	49772,11	48%	73263,06	92%
10. Численность ППП, чел.	28	56	98	28	100%	42	75%	70	250%
11. Фонд оплаты труда ППП, тыс. руб.	4771,2	9878,4	17640	5107,2	107%	7761,6	79%	12868,8	270%
12. Производительность труда работающего, тыс.руб.	6801,857	4297,375	3475,1224	-2504,48	-37%	-822,2526	-19%	-3326,734	-49%
13. Среднегодовая заработная плата работающего, тыс. руб	170,4	176,4	180	6	4%	3,6	2%	9,6	6%
14. Фондоотдача	16,75835	19,866	26,53529	3,108616	19%	6,66831	34%	9,77693	58%
15. Оборачиваемость активов, раз	2,38	2,33	2,22	-0,05537	-2%	-0,1033	-4%	-0,15873	-7%
16. Рентабельность продаж, %	35%	33%	27%	-0,024	-7%	-0,056	-17%	-0,08	-23%
17. Рентабельность производства, %	2,08	2,08	2,05	-0,00287	0%	-0,0313	-2%	-0,0342	-2%
18. Затраты на рубль выручки	56	59	66	3	5%	7	12%	10	18%

На основании анализа данных таблицы 2.3 можно сделать вывод, что: В 2017 году по отношению к 2016 выявлен значительный прирост выручки, который составляет 42%. Это произошло вследствие роста продаж в анализируемый период. Но в данный период также произошло повышение себестоимости продукции на 55%. Это отрицательно сказывается на эффективности работы предприятия, потому что темп прироста выручки отстаёт от темпа прироста себестоимости на 13%.

Что касается производительности труда рабочего, то этот показатель в 2017 году по отношению к 2016 году уменьшился на 822 250 руб. в абсолютном выражении и процентом отношении - на 19%. Если обратить внимание на численность персонала, то она в рассматриваемый период выросла на 75%, что говорит о том, что на предприятии был произведен набор рабочих, обладающих низкой квалификации. Также это подтверждает тот факт, что темпы прироста выручки отстают от темпа прироста численности рабочих на целых 33%, что является довольно критичным показателем.

Тем не менее, за период 2016-2017гг. снижение рентабельности составило всего 2%, с учетом увеличения чистой прибыли 13 698 тыс. руб. этот показатель положительно характеризующий работу данного предприятия.

2.2 Анализ качества продукции ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ»

В рамках данной бакалаврской работы рассмотрен технологический процесс производства светильника SPUTNIK.

SPUTNIK — алюминиевый светодиодный светильник с повышенной пыле- и влагозащитной, используемый для складских, промышленных, подсобных помещений и технических помещений специального назначения.

Применяются на высоте с подвесом до 12 метров (с прозрачным экраном), на высоте с подвесом до 9 метров (с призматическим и опаловым экраном), на высоте до 18 метров (с линзами). Также светильники с вторичной оптикой подходят для освещения складов класса А+, межстеллажных проходов, фасадного освещения зданий, мачтового освещения, парковок торговых центров.

Конструкция светильника состоит из цельнометаллического корпуса, изготовленного методом экструзии алюминиевого сплава с защитным анодированным покрытием и эффективно отводящего тепло от источников света и блока питания.

Компания ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ» является клиентоориентированной, поэтому специалисты организации могут предложить Потребителю множество модификаций светильников SPUTNIK, в зависимости от его требований.

Оптическая часть предоставляется потребителю на выбор: прозрачный экран, призматический или опаловый экран, либо с вторичной оптикой. Прозрачный экран и вторичная оптика выполнены из светостабилизированного полимера. Призматический или опаловый экран, изготовленный из светотехнического полимерного материала, обеспечивает равномерный и мягкий свет на поверхности.

Светильники могут подвешиваться на тросах к потолку или крепиться на опорную поверхность с возможностью регулировки угла наклона. В комплект входят кронштейны-клипсы для крепления на опорную поверхность.

В зависимости от артикула светильники SPUTNIK имеют следующие характеристики: Цветовая температура – 4000К или 5000К, Индекс цветопередачи (Ra) – 80...89, Степень защиты от пыли и влаги по стандарту IP65. Потребляемая мощность – 17 ...98 Вт. Световой поток – 2300...13700 Лм. Ресурс работы – 10000 часов.

Потребителю также предлагаются дополнительно следующие опции: Блок аварийного питания (БАП), Блок питания с защитой от 380В, Клапан защиты от образования конденсата (для помещений с низкими температурами и высокой влажностью), Кабельный переходник IP66 (для быстрой и лёгкой коммутации светильника там, где нужна повышенная защита от пыли и влаги), Поворотный кронштейн R2 (для монтажа на плоские поверхности с углом поворота 60°), подвесной кронштейн O1.

Исследуемый светильник изображен на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3 – Профильный светильник SPUTNIK

Согласно структуре условного обозначения светильников по ГОСТ 17677-82, маркировка светильника SPUTNIK отображает следующую информацию о светильнике: название, потребляемая мощность, цветовая температура, тип рассеивателя света и индекс степени влаго- и пылезащитённости. Маркировка светильника SPUTNIK представлена на рисунке 2.4.



Рисунок 2.4 – Маркировка светильника SPUTNIK

Основные требования, которые предъявляет потребитель к светотехнической продукции, описаны в таблице 2.5.

Таблица 2.5–Требования потребителя, предъявляемые к светильникам

№	Требование потребителя	Описание
1	Работоспособность	Работают все светодиодные модули; светильник выполняет свою главную функцию – освещает помещение.
2	Отсутствие визуальных повреждений	Отсутствие механических повреждений корпуса, экрана, линз; отсутствие сколов, царапин, наплывов, шагрени, сорности на корпусе светильника.
3	Соответствие особым требованиям заказчика	Модель светильника, маркировка, мощность, тип рассеивателя, световой поток, цветовая температура, количество светодиодных модулей, длины проводов, тип кронштейна и т.д.
4	Внешний вид упаковки	Отсутствие механических повреждений, качество гофрокартона, наличие наклеек с маркировкой
5	Безопасность светильника	Корпус светильника не должен пропускать ток (заземление), изоляция проводов не должна быть повреждена. (Обеспечение безопасности при монтаже/демонтаже)

Рассмотрим процесс «Производство светильника SPUTNIK». Назначение процесса – организация и осуществление производства качественной и надежной светотехнической продукции в необходимых объемах и установленные сроки, отвечающей всем требованиям потребителя.

Процесс «Производство светильника SPUTNIK» относится к основным процессам ООО «ВСТЗ ЛУЧ», т.е. создающим ценность, так как его результаты самым непосредственным образом влияют на себестоимость продукции, а, следовательно, на рентабельность и прибыльность бизнеса ООО «ВСТЗ ЛУЧ».

На основе анализа деятельности предприятия была спроектирована модель процесса производства, она представлена на рисунках 2.5 и 2.6.

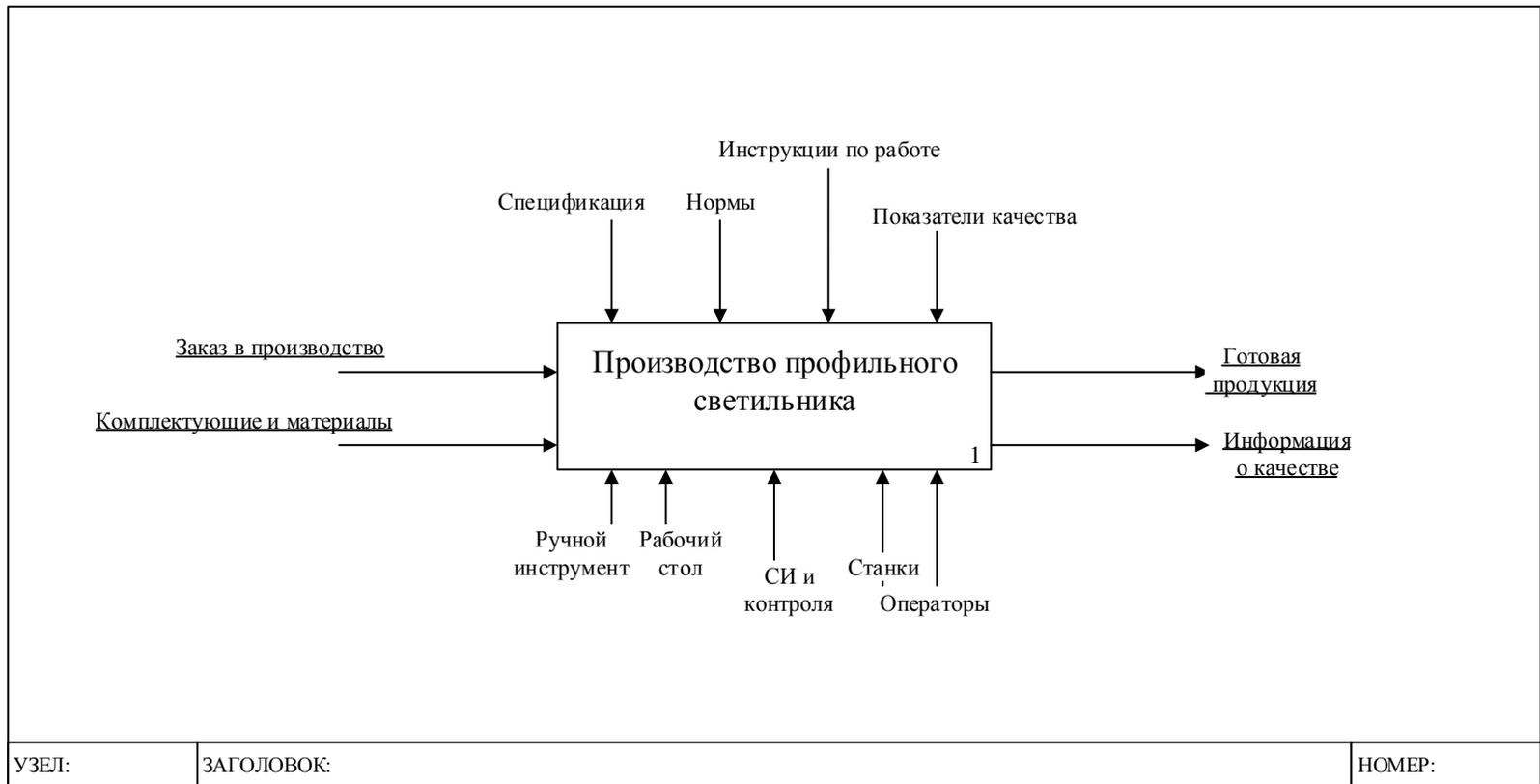


Рисунок 2.5 –Процесс производства профильных светильников

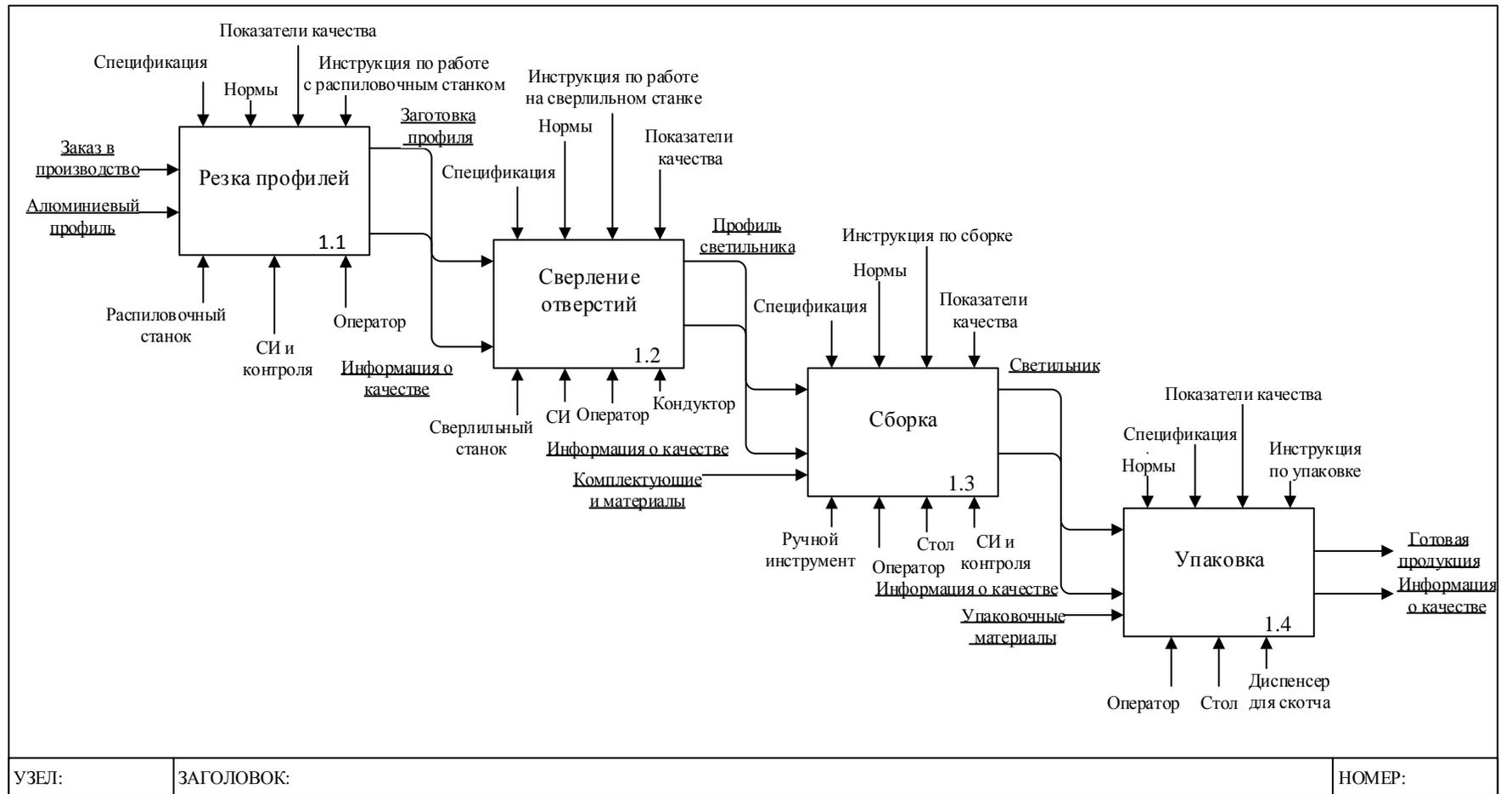


Рисунок 2.6 – Декомпозиция процесса производства профильного светильника

Для обеспечения работоспособности всех необходимых процессов ООО «ВСТЗ ЛУЧ» имеет достаточное количество ресурсов - компетентный персонал, инфраструктуру (здания - производственные и административные помещения, оргтехнику, связь, оборудование, энергоносители и т.д.) и соответствующую производственную среду.

Для того чтобы обеспечить потребителя качественной продукцией, необходимо осуществлять контроль качества на каждом этапе производства. Основные этапы контроля качества продукции представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 - Контроль качества продукции на этапах производства.

Этап производства	Контролируемый параметр	Требования качества	Метод контроля	СИ и контроля
Резка профилей	Внешний вид Длина профиля	Отсутствие заусенцев Соответствующая длина профиля	Визуальный контроль, Инструментальный контроль	Рулетка
Сверление отверстий	Внешний вид Количество отверстий Расстояние между отверстиями	Отсутствие заусенцев Соответствующие размеры отверстий и расстояний между ними	Визуальный контроль	-
Сборка	Внешний вид Работоспособность светильника Цветовая температура Потребляемая мощность	1)Заклёпки должны быть без заусенцев, не допускается деформация поверхности светильника в районе заклёпки, заклёпка должна плотно прилегать к поверхности профиля светильника без перекосов. 2)Провода должны быть надёжно припаяны и не разъединяться при воздействии рукой. 3)Расстояние между клеммами светодиодных модулей в месте коммутации не должны превышать 1 мм.	Визуальный контроль, Инструментальный контроль	Ваттметр Спектро-колориметр Стенд ресурсных испытаний Стенд с орошением водой

		<p>4) Не должно быть следов загрязнений, вмятин, деформации, механических повреждений, повреждений окрашенного слоя, наплывов герметика. Комплектность светильника должна соответствовать спецификации. Бирки на корпусе должны содержать штампы исполнителей. Светильники, должны собираться с обеспечением требований по герметичности.</p> <p>4) На ресурсные испытания должны направляться 100% промышленных светильников. Испытание должно проводиться в течение 3 часов на ресурсном стенде. Проверке защищённости от воздействий окружающей среды подвергаются все светильники с индексом «IP 65» на стенде с орошением водой.</p>		
Упаковка	<p>Качество упаковки, наличие сопроводительных бирок, паспортов на изделия, идентификация на коробке.</p>	<p>Коробка должна быть плотно упакована, без перекосов, порывов, загрязнений и выдавливания стенок светильником. На коробке должна быть идентификационная бирка.</p>	<p>Визуальный контроль</p>	-

Для того чтобы оценить на каком уровне осуществляется контроль качества продукции на этапах производства рассмотрим статистические данные по возврату бракованных светильников SPUTNIK в период с апреля 2017 г. по апрель 2018 г.. Данные были собраны на основании рекламаций от потребителей и технических заключений специалистов технологического отдела и отдела контроля качества, а именно – инженера - электроника, инженера- технолога и инженера по качеству. Записи по рекламациям ведутся в google-таблице «Возврат брака» инженером по качеству.

Основные дефекты, которые являлись основанием для написания рекламации потребителем в адрес ООО «ВСТЗ ЛУЧ», это:

-Неработоспособность светильника при первом подключении к электросети на объекте у потребителя,

-Полная потеря работоспособности светильника в период эксплуатации на объекте у потребителя в гарантийный период,

-Частичная потеря работоспособности светильника в период эксплуатации на объекте у потребителя в гарантийный период.

Статистические данные по рекламациям с указанием потребителей, названий светильников, количества дефектных светильников, общего количества светильников в поставке и % брака указаны в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Статистические данные по рекламациям потребителей

№ п/п	Потребитель	Название светильника	Кол-во дефектных светильников	Общее кол-во светильников в поставке	% брака
1	ООО «АТИС»	SPUTNIK 80 CW T IP65	5	200	2,5
2	АО «СЕВЕР»	SPUTNIK 100 NWSH 95.30IP65	6	350	1,71
3	ООО «СтройМонолитСервис»	SPUTNIK 80 CWOIP65	5	1064	0,46
4	ООО «Строительный Альянс»	SPUTNIK 80CWTIP65	7	866	0,8
5	ООО «Интеграл-Д»	SPUTNIK 50 NWOIP65	6	198	3,03
6	ООО «Смарт Инжиниринг»	SPUTNIK65CWTIP65	9	598	1,5
7	ОКЛоджистик	SPUTNIK 20 CW T IP65	3	487	0,61
8	ООО «АКСОН»	SPUTNIK 50 CW T IP65	2	300	0,66

Продолжение таблицы 2.7

9	ООО «Люмьер»	SPUTNIK 80NWTIP65	5	678	0,73
10	ООО «АСГ Констракшн»	SPUTNIK 100 CWSH 95.30IP65	3	989	0,3
12	ООО «ИнЭлектро»	SPUTNIK35NWOIP65	5	465	1,07
13	ИП Байкова ГФ	SPUTNIK 100 NWSH 95.30IP65	2	255	0,78
14	TI AUTOMOTIVE	SPUTNIK 35 CW T IP65	2	204	0,98
Итого дефектных светильников:			60	Ср.% брака	1.08

Был проведён анализ причин возникновения дефектов по каждой рекламации. На основании анализа причин возникновения дефектов были составлены технические заключения. Данные из технических заключений по всем рекламациям с описанием дефектов и причин их возникновения сведены в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 – Дефекты светильников и причины их возникновения на объекте у потребителей.

Дефект	Причина дефекта	Количество светильников
Неработоспособность светильника при первом включении на объекте у потребителя	Неправильное подключение проводов (Нарушена схема подключения)	2
	Отсутствие фиксации провода в клеммнике	2
	Механическое повреждение клеммника источника питания	1
Итого:		5
Полная потеря работоспособности светильника в период эксплуатации на объекте у потребителя в гарантийный период	Внутренний дефект источника питания	12
	Некачественная пайка проводов (отрыв провода)	3
	Недостаточная герметичность (несоответствие IP65)	1
Итого:		16
Частичная потеря работоспособности светильника в период эксплуатации на объекте у потребителя в гарантийный период	Выход из строя светодиодных модулей	1
	Внутренний дефект источника питания	7
	Нарушение контакта светодиодных модулей в местах коммутации	31
Итого:		39
Итого всего:		60

Далее выделим в отдельной таблице все причины дефектов, вследствие которых вышли из строя светильники SPUTNIK у потребителя.

Таблица 2.9 - Причины выхода из строя светильников SPUTNIK у потребителя за период с апреля 2017 г. по апрель 2018 г.

Причины дефектов	Количество
Неправильное подключение проводов (нарушение схемы подключения)	2
Недостаточная герметичность (несоответствие IP65)	1
Некачественная пайка проводов (отрыв провода)	3
Отсутствие фиксации провода в клеммнике	2
Нарушение контакта светодиодных модулей в местах коммутации	31
Внутренний дефект источника питания	19
Выход из строя светодиодных модулей	1
Механическое повреждение клеммника источника питания	1

Из таблицы 2.9 видно, что больше всего светильников SPUTNIK было возвращено потребителем из-за неработоспособности по причине нарушения контакта светодиодных модулей в местах их коммутации.

Для визуального представления построим диаграмму Парето.

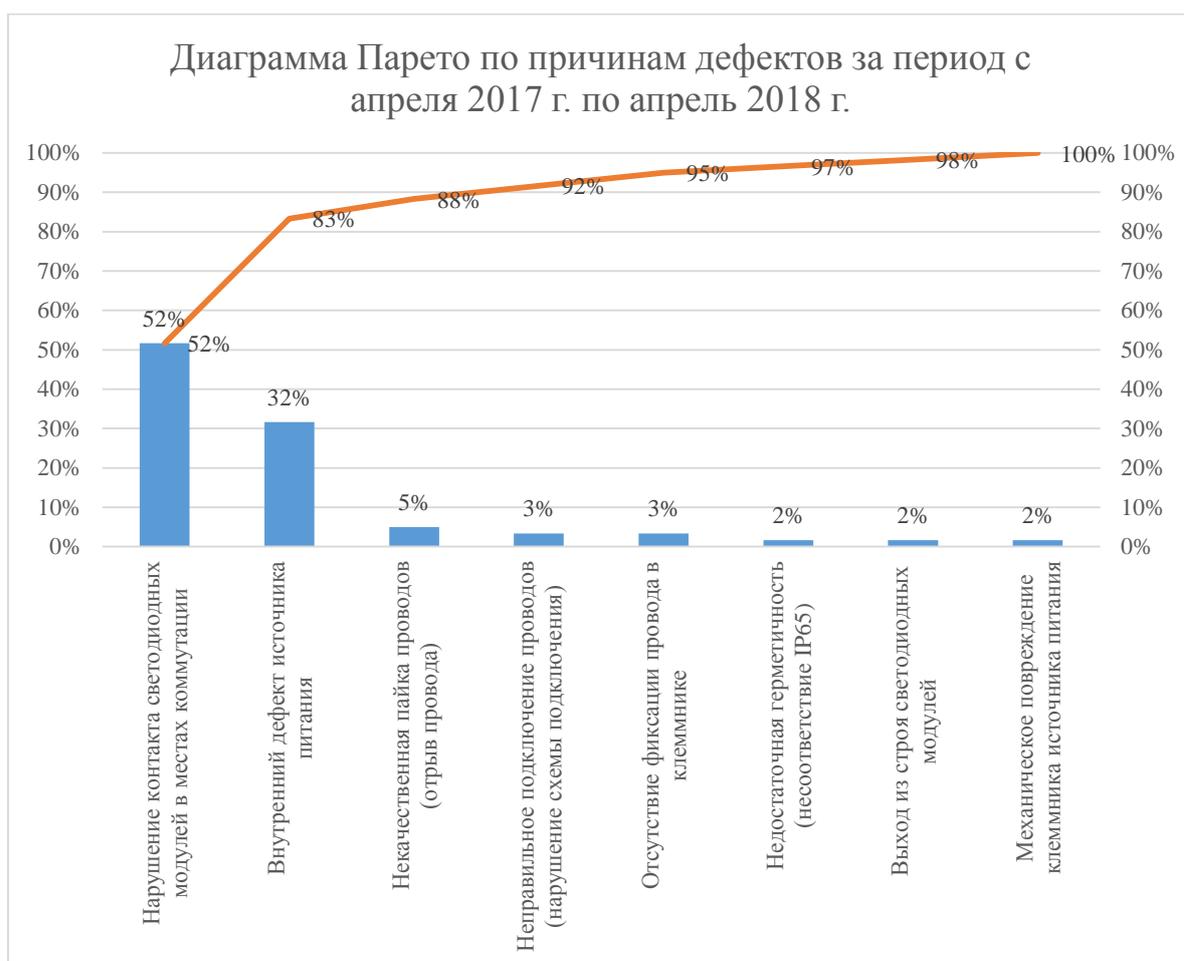


Рисунок 2.7 – Диаграмма Парето

Диаграмма Парето демонстрирует, что «Нарушение контакта светодиодных модулей в местах коммутации» является основной причиной выхода из строя светильников у потребителя и составляет 52% от всех причин. Также причина «Внутренний дефект источника питания», которая составляет 32% от всех причин, тоже требует особого внимания у сотрудников ООО «ВСТЗ ЛУЧ». Причина «Некачественная пайка проводов» составляет 5% от всех причин, «Неправильное подключение проводов» - 3%, «Отсутствие фиксации провода в клеммнике» - 3%, «Недостаточная герметичность» - 2%, «Выход из строя светодиодных модулей» - 2%, «Механическое повреждение клеммника источника питания» - 2%.

Для того чтобы установить корневые причины, влияющие на выпуск несоответствующей продукции, которая попадает к потребителю, построим причинно-следственную диаграмму Исикавы.



Рисунок 2.8 – Диаграмма Исикавы

Рисунок 2.8 показывает, что основными факторами, влияющими на производство несоответствующей продукции, которая впоследствии обнаруживается потребителем, являются: Персонал, Технология, Контроль качества, Комплектующие и материалы, Оборудование и инструменты.

Для того чтобы обнаружить «слабые» места процесса производства светильника SPUTNIK, проведём FMEA анализ.

Анализ видов и последствий потенциальных дефектов (отказов) FMEA- это формализованная процедура анализа и доработки проектируемого технического объекта, процесса изготовления, системы технического обслуживания, основанная на выделении возможных или имеющихся дефектов разного вида с их последствиями и причинно-следственными связями, которые помогают определить их возникновение, и оценивать критичности этих дефектов.

PFMEA - процедура анализа первоначально разработанного и предложенного процесса производства или доработки этого процесса.

Задачи, которые позволяет решить PFMEA, указаны в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Задачи PFMEA

№	Задачи PFMEA
1	Составление перечня всех потенциально возможных видов дефектов продукции на каждом этапе производственного процесса, с учётом как опыта изготовления и испытаний, так и опыта реальных действий и возможных ошибок персонала.
2	Определение возможных неблагоприятных последствий от каждого потенциального дефекта, проведение качественного анализа тяжести последствий и количественное оценивание их значимости
3	Определение причины каждого потенциального дефекта и оценка частоты возникновения каждой причины в соответствии с процессом изготовления, в соответствии с предполагаемыми условиями эксплуатации, обслуживания, ремонта
4	Количественная оценка возможности предотвращения дефекта путем предусмотренных операций по обнаружению причин дефектов на стадии изготовления объекта и признаков дефектов на стадии эксплуатации объекта
5	Количественная оценка критичности каждого дефекта приоритетным числом риска ПЧР и при высоком ПЧР проведение доработки производственного процесса и требований и правил эксплуатации с целью снижения критичности данного дефекта

Одним из главных принципов применения данного анализа является командная работа. Была организована рабочая группа: инженер – технолог, инженер по качеству, инженер - конструктор, инженер – электроник. Далее, используются шкалы баллов значимости(S), возникновения(O), обнаружения (D), представленные в Приложениях Б, В, Г. Баллы определяются экспертной группой по типовой шкале.

Значимость (S) – это оценка по 10-балльной шкале серьезности последствия.

Возникновение (O) – это оценка по 10-балльной шкале вероятности появления несоответствий и последствий. В данном случае необходимы имеющиеся статистические данные для оценки частоты возникновения несоответствий. За неимением таковых, допустимы субъективные оценки на основе информации о процессе.

Обнаружение (D) – это оценка по 10-балльной шкале вероятности того, что применяемые средства контроля обнаружат признаки несоответствия, последствия или причины прежде, чем потребитель обнаружит данные несоответствия.

Приоритетное число риска (ПЧР) – обобщенная количественная характеристика объекта анализа. Для каждой области её применения должно быть установлено граничное значение ПЧР_{гр}. В случае, когда фактическое значение ПЧР превосходит ПЧР_{гр} в результате анализа, должны разрабатываться и внедряться корректирующие или предупреждающие действия для снижения или устранения риска последствий.

Рабочая группа установила критическую границу (ПЧР_{гр}) для приоритетного числа риска равную 100.

ПЧР вычисляется по формуле (2.1) после получения экспертных оценок S, O, D:

$$ПЧР = S \times O \times D(2.1)$$

Проведем FMEA анализ процесса производства светильника SPUTNIK(таблица 2.11).

Таблица 2.11 - PFMEA -анализ процесса производства светильника SPUTNIK

Процесс	Потенциальное несоответствие	Последствие потенциального несоответствия	«S»	Потенциальная причина	«O»	Действующие меры по предотвращению	Действующие меры по обнаружению	«D»	ПЧР	Рекомендуемые действия
Резка профилей	Нарезка профиля несоответствующего размера	Присвоение статуса «Окончательный брак» нарезанному профилю, из-за невозможности его использования	5	-несоблюдение спецификации -невнимательность/ безответственное отношение рабочего	3	Отсутствуют	Отсутствуют	4	60	-внедрение оснастки для контроля длин профилей светильников
Сверление отверстий	Смещение отверстий	Выход из строя светильника у потребителя в период эксплуатации (потеря контакта в месте коммутации светодиодных модулей)	7	Отсутствие контроля выполнения операции	8	Использование кондуктора для сверления отверстий	Отсутствуют	6	336	-внедрение контроля операции -изготовление кондуктора с калеными втулками -внедрение калибра -внедрение контрольных карт -внедрение MSA
Сборка	Внутренний дефект источника питания	Выход из строя светильника у потребителя в период эксплуатации	7	Поставка дефектных источников питания	5	Отсутствуют	Проверка светильников на ресурсном стенде испытаний	5	245	-налаживание работы с поставщиками
	Не полное прилегание светодиодного модуля к корпусу светильника	Выход из строя светильника у потребителя в период эксплуатации	7	-дефектные заклёпки, не прижимающие светодиодные модули к профилю -приклёпывание модуля не на все заклёпки -невнимательность/ безответственное отношение рабочего	3	Отсутствуют	Отсутствуют	4	84	-налаживание работы с поставщиками -Проводить обучение/ аттестацию персонала
	Некачественная пайка проводов	Выход из строя светильника у потребителя в период	8	-несоблюдение технологии производства	1	Отсутствуют	Визуальный и органолептический методы контроля.	8	64	-Проводить обучение/ аттестацию

Продолжение таблицы 2.11

		эксплуатации (отрыв провода от контактной площадки светодионого модуля из-за температурных колебаний)		-невнимательность/ безответственное отношение рабочего -допуск к работе необученных рабочих -дефектные печатные платы			Контроль на ресурсном стенде испытаний			персонала - налаживание работы с поставщиками
	Нарушение схемы подключения	К потребителю может поступить продукция несоответствующего качества (не работоспособный светильник)	7	-несоблюдение технологии производства -невнимательность/ безответственное отношение рабочего -допуск к работе необученных рабочих	3	Отсутствуют	Контроль на ресурсном стенде испытаний	3	63	-Проводить обучение/ аттестацию персонала
	Расстояние между клеммами > 1 мм	Выход из строя светильника у потребителя в период эксплуатации	7	Отсутствие контроля выполнения операции сверловки	8	Использование кондуктора для сверления отверстий	Визуальный контроль	6	336	-внедрение контроля операции -изготовление кондуктора с калеными втулками -внедрение калибра -внедрение контрольных карт -внедрение MSA
	Светильники не прошли ресурсный стенд испытаний	К потребителю может поступить продукция несоответствующего качества	7	-Отсутствие контроля выполнения операции -невнимательность/ безответственное отношение работников	3	Отсутствуют	Отсутствуют	7	147	-Проводить обучение/ аттестацию персонала
	Применение светодиодных модулей с цветностью, не соответствующей спецификации	К потребителю может поступить несоответствующая требованиям продукция	5	-несоблюдение спецификации -невнимательность/ безответственное отношение работников	2	Отсутствуют	Контроль качества с помощью спектроколориметра при возникновении сомнений по соответствию цветности	7	70	-Введение обязательного выборочного контроля с помощью спектро-тра -Проводить обучение/ аттестацию персонала

Продолжение таблицы 2.11

	Несоблюдение IP65	Выход из строя светильника у потребителя в период эксплуатации (потеря герметичности, вследствие попадания влаги в корпус светильника)	6	-несоблюдение спецификации -невнимательность/ безответственное отношение работников - не проводится контроль выполнения операции	2	Отсутствуют	Контроль качества на стенде с орошением водой	3	36	-составление графика и checklist для контроля качества на стенде с орошением водой
	Механическое повреждение светодиодного модуля (скол диодов)	Дополнительные затраты на доработку брака/ на окончательный брак	6	-невнимательность/ безответственное отношение работников -применение наконечников на пневмозаклёпочники несоответствующего диаметра	5	Отсутствуют	Визуальный контроль, контроль на ресурсном стенде испытаний	7	210	-Проводить обучение/ аттестацию персонала
Упаковка	Упаковка несоответствующего размера	-Механическое повреждение светильника -Дополнительные затраты на упаковочные материалы	2	Несоблюдение спецификации	4	Отсутствуют	Отсутствуют	3	24	
	Механическое повреждение упаковки	Механическое повреждение светильника	2	Неаккуратное обращение с продукцией	4	Отсутствуют	Отсутствуют	3	24	



Рисунок 2.9 – Упорядоченный по убыванию ПРЧ перечень несоответствий

Проведённый PFMEA анализ показывает, что самыми весомыми являются потенциальные несоответствия «Расстояние между клеммами светодиодных модулей >1 мм» и «Смещение отверстий», которые имеют ПЧР = 336. Следовательно, процесс производства светильника SPUTNIK, требующий особого внимания, это процесс сверления отверстий.

Таким образом, необходимо разработать мероприятия, которые будут направлены на устранение потенциальных несоответствий производства светильников SPUTNIK.

3 Повышение качества продукции на основе статистического управления процессами

3.1 Мероприятия по повышению качества продукции

Проведённый PFMEA анализ демонстрирует, что этап производства светильника SPUTNIK «сверление отверстий» не контролируется, а также отсутствуют меры по обнаружению потенциальных дефектов «Смещение отверстий» и «Расстояние между клеммами >1 мм», что, в свою очередь, приводит к изготовлению несоответствующей продукции, которая обнаруживается потребителем. Возникновение данной ситуации недопустимо, так как к потребителю должна поступать только качественная продукция. Поступление несоответствующей продукции к потребителю негативно сказывается на имидже компании ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ». Поэтому необходимо внедрение мероприятий, которые препятствуют возникновению данных дефектов.

Коммутация двух светодиодных модулей является самым проблемным местом, которое приводит к выходу из строя светильников SPUTNIK у потребителя на объекте. Место коммутации двух светодиодных модулей представлено на рисунке 3.1. Следовательно, необходимы мероприятия, направленные на снижение дефектов в данном месте.

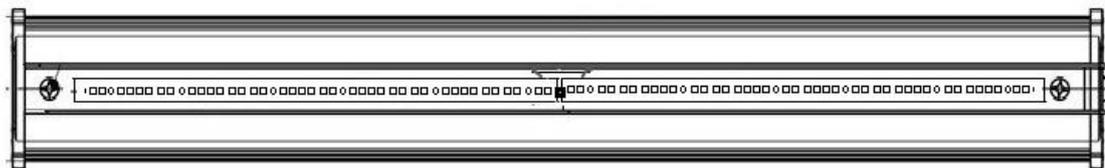


Рисунок 3.1 – Чертёж светильника SPUTNIK 35

Ключевая характеристика – размер $25,6 \pm 0,5$ мм по чертежу. (Расстояние между двумя ближайшими отверстиями, где при монтаже светодиодных модулей происходит их коммутация).

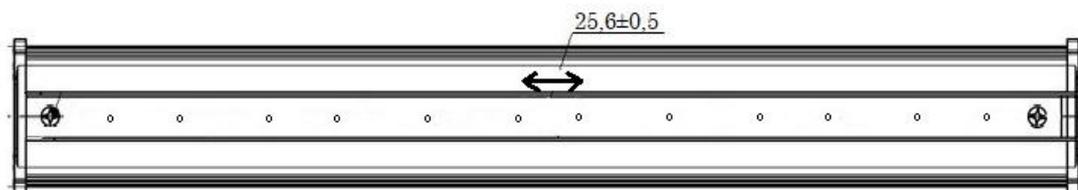


Рисунок 3.2 – Чертёж профиля светильника SPUTNIK 35

Назначение статистического управления процессами (SPC) – определить, находится ли процесс в рамках технических требований и в статистически управляемом состоянии.

Таблица 3.1 – Цели Статистического управления процессами (SPC)

№	Цель SPC
1	Проанализировать процесс: добиться статистически управляемого состояния и определить возможности.
2	Поддерживать статистически управляемое состояние (стабильность): выявить особые причины изменчивости и действовать в соответствии с ними, а также вести мониторинг показателей работы процесса.
3	Улучшать возможности процесса: изменить процесс так, чтобы лучше понимать обычные причины изменчивости, и снизить общие причины изменчивости.

Важным этапом во внедрении SPC является следующий момент: прежде чем приступить к исследованию технологического процесса статистическим методом необходимо получение положительного результата MSA- анализа на применяемые средства измерения. Поэтому прежде чем приступать к внедрению SPC, необходимо убедиться, что измерительная система стабильна. Следовательно, необходимо внедрение и проведение MSA.

Разработка методики проведения MSA анализа. Цель – проверить способность процесса измерений с учётом его изменчивости, связанной с влиянием оператора.

Процедура подтверждения пригодности измерительной системы включает:

- 1) Сбор данных путем проведения серии измерений объектов (в данном случае – профиля светильника);
- 2) Обработка данных измерений;

- 3) Расчет сходимости и воспроизводимости измерительной системы, стабильности, линейности и смещения измерительной системы;
- 4) Анализ результата и подтверждение пригодности средств измерений;
- 5) Документирование результатов.

В полную измерительную систему входят не только сами измерительные приборы, их сходимость и смещение, и т. д, но и в неё должна входить изменчивость проверяемых частей. Понимание того, как управлять изменчивостью внутри части основывается на рациональном понимании назначения части и цели измерения. Необходимым условием применения всех расчетов является статистическая стабильность.

Исследование изменчивости измерительной системы выполняется методом средних и размахов (используя анализ контрольных карт). Метод средних и размахов – подход, который предоставит оценку как сходимости, так и воспроизводимости измерительной системы.

Алгоритм сбора данных для определения сходимости и воспроизводимости представлен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Алгоритм процедуры сбора данных для анализа GRR

№	Этап процедуры сбора данных для проведения анализа GRR
1	Инженер по качеству производит выборку из $n=10$ частей, представляющих реальный или ожидаемый диапазон изменчивости процесса.
2	Инженер по качеству назначает ответственных, которые будут проводить измерения объектов операторы «А», «В» и «С» и нумерует части с 1 по 10, так, чтобы номера не были видны операторам. Образцы могут отбираться путём выбора одного образца в день в течение нескольких дней. Это необходимо, чтобы части представляли диапазон изменчивости продукции в процессе.
3	Перед тем как проводить измерения инженер по качеству откалибровывает прибор, если это входит в процедуру его использования.
4	Измерение образцов или изделий. Измерения следует проводить в случайном порядке для обеспечения случайного распределения любых возникающих смещений или изменений во всём диапазоне измерений. Операторы не должны знать номера проверяемой части. Чтобы избежать любого возможного смещения из-за этого. Однако инженер по качеству должен знать номера проверяемых частей и соответственно записывать данные. Оператор А измеряет объекты в случайном порядке и записывает измеренные результаты в Контрольный листок сбора данных для анализа измерительной системы (Приложение). Операторы В и С измеряют те же объекты в случайном порядке, не видя результатов другого оператора, а затем записывают полученные результаты в аналогичный Контрольный листок сбора данных для анализа измерительной системы (Приложение). Необходимо повторить циклы, используя другой случайный порядок измерений.
5	Инженер по качеству проверяет правильность и полноту заполнения таблицы контрольных листов.

Обработка данных измерений. Инженер по качеству вносит полученные данные из «Контрольного листка сбора данных для анализа измерительной системы» (Приложение Д) в «Отчёт о сходимости и воспроизводимости измерительной системы (метод средних и размахов)» (Рисунок 3.3) для анализа измерительной системы.

Анализ результата и подтверждения пригодности измерительной системы. Для подтверждения стабильности измерительной системы проводится построение (X-R) карты. Вывод о стабильности системы можно сделать в случае отсутствия на контрольной карте признаков нестабильности (неуправляемости) процесса.

Таблица 3.3 – Признаки нестабильности измерительной системы.

№	Признак нестабильности измерительной системы
1	Точки вне контрольных границ;
2	Участок кривой выше уровня размаха и постоянно растёт;
3	Участок кривой ниже уровня размаха и постоянно падает;
4	Точки расположены слишком близко к центральной линии;
5	Точки расположены слишком близко к контрольным границам;
6	7 точек подряд с одной стороны от средней линии;
7	7 последовательных интервалов с непрерывным ростом или падением кривой.

В случае выявления нестабильности системы инженер по качеству ставит в известность начальника технологического отдела, который в свою очередь инициирует корректирующие действия.

Таблица 3.4 – Рекомендации к значению GRR

GRR менее 10%	Измерительная система приемлема
GRR более 10%, но менее 30%	Измерительная система может быть приемлема в зависимости от применения. Решение о применении измерительной системы в этом случае принимает начальник технологического отдела
GRR более 30%	Измерительная система считается неприемлемой и требует усовершенствования. В этом случае инженер по качеству сообщает начальнику технологического отдела, который инициирует корректирующие действия

Отчёт о сходимости и воспроизводимости измерительной системы (метод средних и размахов) составляется инженером по качеству в программе Microsoft Excel. Отчёт о сходимости и воспроизводимости измерительной системы (метод средних и размахов) представлен на рисунке 3.3.

Для контроля ключевой характеристики – размера $25,6 \pm 0,5$ мм, было выбрано средство измерения – Электронный штангенциркуль (ШЦЦ –I –150–0,1). Двусторонний штангенциркуль с глубиномером, типа I, с диапазоном измерения 0-150 мм с шагом дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01 мм.

Результаты анализа сходимости и воспроизводимости измерительной системы представлены на рисунке 3.3.

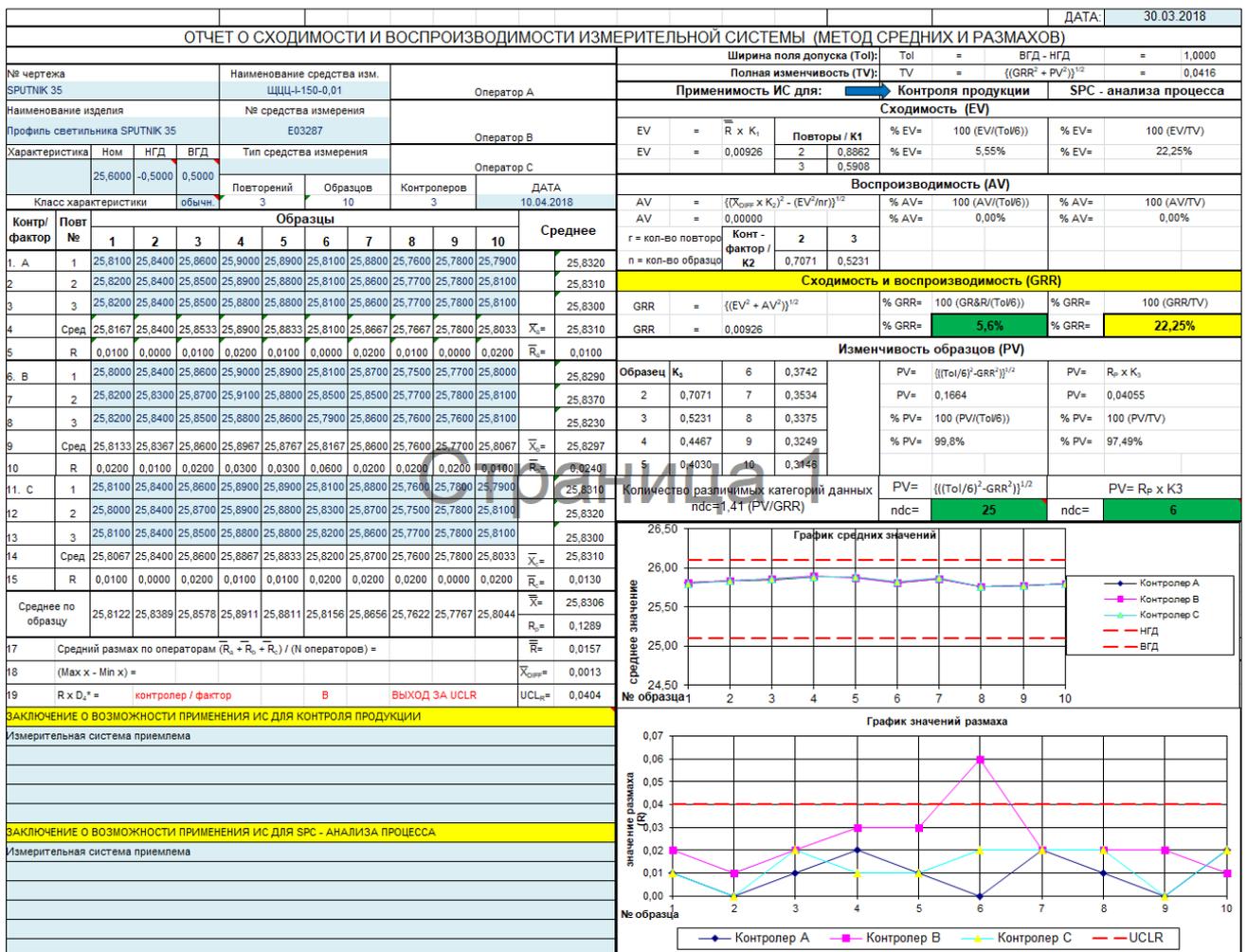


Рисунок 3.3 – Отчёт о сходимости и воспроизводимости измерительной системы (метод средних и размахов)

Результаты анализа сходимости и воспроизводимости измерительной системы показывают: для контроля продукции %GRR=5,6% и ndc=25 – это говорит о том, что данная измерительная система подходит для контроля ключевой характеристики $25,6 \pm 0,5$ профиля светильника SPUTNIK. Для SPC%GRR=22,25% и ndc=6, что говорит о приемлемости данной измерительной системы для статистического анализа процесса.

Внедрение контроля операции с помощью калибра. Большинство приборов и средств контроля предназначены для отбраковки несоответствующей продукции. К таким приборам и средствам относятся калибры, шаблоны и контрольные образцы внешнего вида.

В отличие от средств измерения приборы контроля не могут показывать реальную величину отклонения детали, а производят лишь сортировку годных и несоответствующих деталей.

Так как одна из основных проблем – это отсутствие контроля выполнения операции «Сверление отверстий», необходимо внедрение средства контроля. Самый подходящий вариант - калибр для контроля расположения отверстий в профиле светильника SPUTNIK.

Разработка калибра осуществляется в соответствии с ГОСТом 16085-80 Калибры для контроля расположения поверхностей. Допуски.

Таблица 3.5– Формулы для расчёта предельных размеров для измерительных элементов.

Вид калибра	Формулы расчёта предельных размеров для измерительных элементов, контролирующих расположение отверстий.
Калибры без базовых измерительных элементов.	$d_{kmax} = D_{min} - T_p + F \quad (3.1)$ $d_{kmin} = d_{kmax} - H \quad (3.2)$ $d_{k-w} = d_{kmax} - H - W \quad (3.3)$

Таблица 3.6 – Пересчет предельных отклонений размеров, координирующих оси, на позиционные допуски

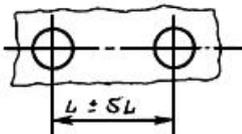
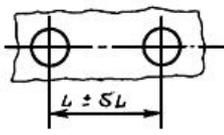
Характеристика расположения поверхностей	Эскиз	Формула для определения позиционного допуска T_p
Две поверхности, координированные друг относительно друга		$T_p = \delta L$ (3.4)

Таблица 3.7 - Пересчет позиционных допусков измерительных элементов калибров на предельные отклонения размеров, координирующих оси этих элементов.

Характеристика расположения измерительных элементов калибра	Эскиз	Нормируемые отклонения размеров, координирующих оси измерительных элементов	Позиционный допуск T_{pk} в диаметральном выражении, мкм												
			6	8	1	1	1	2	2	3	4	5	6	8	1
			0	2	6	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Два измерительных элемента, координированные друг относительно друга		Предельные отклонения $\pm \delta L_k$ размера между осями двух элементов	6	8	1	1	1	2	2	3	4	5	6	8	1
			0	2	6	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0

Далее на рисунке 3.4 представлена схема расположения отверстий в профиле светильника SPUTNIK.

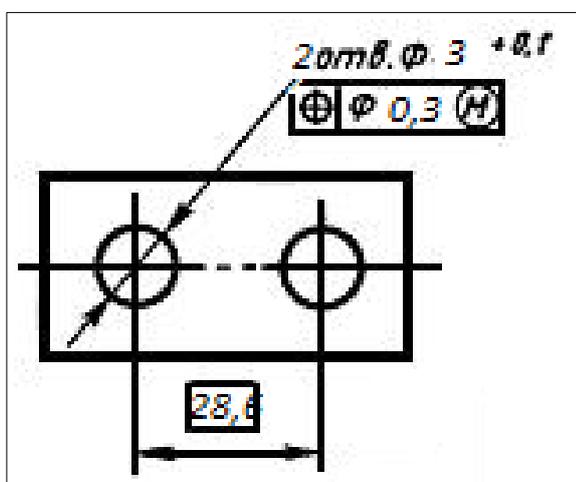


Рисунок 3.4 – Расположения отверстий в профиле светильника SPUTNIK.

Рассчитаем предельные размеры пробок калибра для контроля операции «Сверление отверстий» на светильнике SPUTNIK:

1)Позиционный допуск осей изделий $T_p = 0,2$ мм согласно таблице, которая находится в приложении Е. По этой же таблице определяются предельные отклонения и допуски диаметров измерительных элементов (пробок) калибра:

$F=0,032$ мм; $H = 0,01$ мм; $W=0,012$ мм.

2)Предельные размеры пробок калибра рассчитываются по формулам из таблицы 3.5:

$$d_{kmax} = 3 - 0,3 + 0,032 = 2,732\text{мм} \quad (3.5)$$

$$d_{kmin} = 2,732 - 0,01 = 2,722 \text{ мм}; \quad (3.6)$$

$$d_{k-w} = 2,732 - 0,01 - 0,012 = 2,72 \text{ мм}; \quad (3.7)$$

3)Позиционный допуск осей пробок $T_{pk}=0,02$ мм (согласно таблице 3.7).

Также должны быть соблюдены предельные отклонения размеров между осями двух любых пробок $\delta L = \pm 0,02$ мм;

4)Схема калибра для контроля расположения отверстий с размерами и допусками представлена рисунке 3.5.

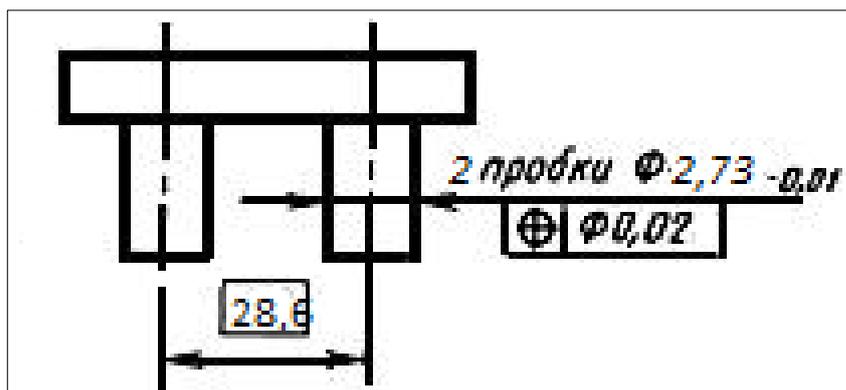


Рисунок 3.5– Схема калибра для контроля расположения отверстий в профиле светильника SPUTNIK

Разработка методики MSA калибра. После внедрения калибра для контроля расположения отверстий в профиле светильника SPUTNIK

необходимо подтвердить пригодность средства контроля. Для этого необходимо внедрить MSA калибра.

Подбор рабочих образцов. Подтверждение пригодности приборов контроля и средств контроля проводят по предварительно отобраным профилям светильника после сверления отверстий в количестве 50 штук. При выборе рабочих образцов необходимо, чтобы некоторые из них имели размеры несколько ниже и выше обоих контрольных пределов (т.е. 4-5 рабочих образцов должны быть дефектными изделиями).

Описание процедуры анализа прибора или средства контроля. Инженер по качеству нумерует рабочие образцы профилей в соответствии с идентификационной таблицей.

Оператор снимает показания прибора и записывает вывод в «Контрольный листок сбора данных для анализа приборов контроля» (Приложение Ж). Набор рабочих образцов передается второму и третьему контролёру, которые проводят аналогичные измерения и записывают результат наблюдений в «Контрольный листок сбора данных для анализа приборов контроля» (Приложение Ж).

Инженер по качеству производит изменение последовательности нумерации набора рабочих образцов, записав новые номера в идентифицирующую образцы таблицы, а затем передает их ответственным за измерения операторам для повторного измерения.

Оператор снимает показания прибора и записывает вывод в «Контрольный листок сбора данных для анализа приборов контроля» (Приложение Ж) в графу «2 опыт». Набор рабочих образцов передается второму и третьему операторам, которые проводят измерения и записывают результат наблюдений в «Контрольный листок сбора данных для анализа приборов контроля» в графу «2 опыт». Аналогичные действия проводятся в третий раз.

Инженер по качеству расшифровывает нумерацию рабочих образцов, возвращаясь к их постоянным идентификационным номерам, и заполняет «Отчет по анализу измерительной системы» (Рисунок 3.6).

Инженер по качеству проводит анализ сопряженности с помощью метода Каппа. Данный метод позволяет определить согласованность между двумя операторами. Сначала определяется Каппа между операторами (рисунок 3.6)

ТАБЛИЦЫ СОПРЯЖЕННОСТИ						
КАППА < 0.40 означает плохую согласованность						
КАППА > 0.75 означает хорошую или отличную согласованность (КАППА max = 1)						
КАППА МЕЖДУ ОПЕРАТОРАМИ						
ТАБЛИЦА СОПРЯЖЕННОСТИ А x В				КАППА А x В		
		В		Всего	Р _о - Сумма полученных долей (от общего количества измерений) в диагональных ячейках таблицы:	
		НОК	ОК			
А	НОК	Количество	30	0	30	1,00
		Ожидаемое кол-во	6,0	24,0	30,0	
А	ОК	Количество	0	120	120	0,68
		Ожидаемое кол-во	24,0	96,0	120,0	
Всего		Количество	30	120	150	КАППА = $\frac{P_o - P_e}{1 - P_e} = 1,00$
Всего		Ожидаемое кол-во	30,0	120,0	150,0	
ТАБЛИЦА СОПРЯЖЕННОСТИ В x С				КАППА В x С		
		С		Всего	Р _о - Сумма полученных долей (от общего количества измерений) в диагональных ячейках таблицы:	
		НОК	ОК			
В	НОК	Количество	30	0	30	1,00
		Ожидаемое кол-во	6,0	24,0	30,0	
В	ОК	Количество	0	120	120	0,68
		Ожидаемое кол-во	24,0	96,0	120,0	
Всего		Количество	30	120	150	КАППА = $\frac{P_o - P_e}{1 - P_e} = 1,00$
Всего		Ожидаемое кол-во	30,0	120,0	150,0	
ТАБЛИЦА СОПРЯЖЕННОСТИ А x С				КАППА А x С		
		С		Всего	Р _о - Сумма полученных долей (от общего количества измерений) в диагональных ячейках таблицы:	
		НОК	ОК			
А	НОК	Количество	30	0	30	1,00
		Ожидаемое кол-во	6,0	24,0	30,0	
А	ОК	Количество	0	120	120	0,68
		Ожидаемое кол-во	24,0	96,0	120,0	
Всего		Количество	30	120	150	КАППА = $\frac{P_o - P_e}{1 - P_e} = 1,00$
Всего		Ожидаемое кол-во	30,0	120,0	150,0	

Рисунок 3.6 – Каппа между операторами

Затем, инженер по качеству определяет Каппа между операторами и опорным решением (рисунок 3.7).

КАППА МЕЖДУ ОПЕРАТОРАМИ И ОР							
ТАБЛИЦА СОПРЯЖЕННОСТИ А x ОР					КАППА А x ОР		
		ОР		Всего	Р _о - Сумма полученных долей (от общего количества измерений) в диагональных ячейках таблицы:	1,00	
		НОК	ОК				
А	НОК	Количество	30	0	30	Р _е - Сумма ожидаемых долей в диагональных ячейках таблицы:	0,68
		Ожидаемое кол-во	6,0	24,0	30,0		
	ОК	Количество	0	120	120	КАППА = $\frac{Р_о - Р_е}{1 - Р_е} = 1,00$	
		Ожидаемое кол-во	24,0	96,0	120,0		
Всего		Количество	30	120	150		
		Ожидаемое кол-во	30,0	120,0	150,0		
ТАБЛИЦА СОПРЯЖЕННОСТИ В x ОР					КАППА В x ОР		
		ОР		Всего	Р _о - Сумма полученных долей (от общего количества измерений) в диагональных ячейках таблицы:	1,00	
		НОК	ОК				
В	НОК	Количество	30	0	30	Р _е - Сумма ожидаемых долей в диагональных ячейках таблицы:	0,68
		Ожидаемое кол-во	6,0	24,0	30,0		
	ОК	Количество	0	120	120	КАППА = $\frac{Р_о - Р_е}{1 - Р_е} = 1,00$	
		Ожидаемое кол-во	24,0	96,0	120,0		
Всего		Количество	30	120	150		
		Ожидаемое кол-во	30,0	120,0	150,0		
ТАБЛИЦА СОПРЯЖЕННОСТИ С x ОР					КАППА С x ОР		
		ОР		Всего	Р _о - Сумма полученных долей (от общего количества измерений) в диагональных ячейках таблицы:	1,00	
		НОК	ОК				
С	НОК	Количество	30	0	30	Р _е - Сумма ожидаемых долей в диагональных ячейках таблицы:	0,68
		Ожидаемое кол-во	6,0	24,0	30,0		
	ОК	Количество	0	120	120	КАППА = $\frac{Р_о - Р_е}{1 - Р_е} = 1,00$	
		Ожидаемое кол-во	24,0	96,0	120,0		
Всего		Количество	30	120	150		
		Ожидаемое кол-во	30,0	120,0	150,0		

Рисунок 3.7 – Каппа между операторами и опорным решением

Если Каппа $>0,75$, то операторы обладают высокой согласованностью, то есть они смогли правильно определить, где годные профили светильника, а где профили с отклонениями. Если Каппа $<0,75$, то операторы обладают низкой согласованностью, то есть они не смогли правильно определить, где годные профили светильника, а где профили с отклонениями.

Инженер по качеству делает «Отчёт по оценке эффективности приборов контроля». Прибор приемлем для работы, если все решения по результатам измерения (не менее четырех измерений на рабочий образец) совпадают. Если решения не совпадают, прибор следует усовершенствовать и провести повторную оценку пригодности. Если прибор нельзя модернизировать, он неприемлем. В этом случае необходимо найти другую, приемлемую измерительную систему.

Отчёт по анализу измерительной системы составляется инженером по качеству в программе Microsoft Excel.

ОТЧЕТ ПО АНАЛИЗУ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ №												Дата:		
МЕТОД MSA:				АНАЛИЗ ТАБЛИЦ СОПРЯЖЕННОСТИ										
Код метода контроля:		калибр		Средство контроля (СК):				Контрольный образец внешнего вида						
Объект для аттестации измерительной системы:		Наименование части:				профиль SPUTNIK 35								
		Контролируемый параметр, допуск:				25,8±0,5								
Варианты решений:				Эталонные значения:				КОД - код анализа решений о контроле:						
OK - соответствует				OP - опорное решение				"+" - ВСЕ РЕШЕНИЯ OK		"- " - ВСЕ РЕШЕНИЯ NOK		"X" = СМЕШАННЫЕ РЕШЕНИЯ		
NOK - не соответствует				O3 - опорное значение										
Количество образцов:		50		Количество операторов:		3		Количество повторов:		3				
№ ОБРАЗЦА	КОНТРОЛЕР - ПОПЫТКА											OP	O3	КОД
	A - 1	A - 2	A - 3	B - 1	B - 2	B - 3	C - 1	C - 2	C - 3					
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+
5	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	25,8	-	
6	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
8	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	25,8	-	
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
10	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
11	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
16	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
17	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
18	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	25,8	-	
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
20	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
21	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
22	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
23	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
24	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
25	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	25,8	-	
28	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
27	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
28	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
29	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
30	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
31	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
32	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	25,8	-	
33	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
34	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
35	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
38	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
37	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
38	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	25,8	-	
39	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
40	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
41	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
42	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	25,8	-	
43	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	25,8	-	
44	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
45	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
46	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
47	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
48	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	25,8	-	
49	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	25,8	-	
50	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	25,8	+	
OK =		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	= ИТОГИ	
NOK =		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	= ПРОГНОЗ	
ОЖИДАЕМОЕ КОЛ-ВО "OK" РЕШЕНИЙ У КАЖДОГО КОНТРОЛЕРА:														120
ОЖИДАЕМОЕ КОЛ-ВО "NOK" РЕШЕНИЙ У КАЖДОГО КОНТРОЛЕРА:														30
КАППА МЕЖДУ КОНТРОЛЕРАМИ														
+NOK & B=OK	0	0	0	0	A=NOK & B=NOK	10	10	10	30	20,00				
+OK & B=NOK	0	0	0	0	A=OK & B=OK	40	40	40	120	80,00				
+NOK & C=OK	0	0	0	0	B=NOK & C=NOK	10	10	10	30	20,00				
+OK & C=NOK	0	0	0	0	B=OK & C=OK	40	40	40	120	80,00				
+NOK & C=OK	0	0	0	0	A=NOK & C=NOK	10	10	10	30	20,00				
+OK & C=NOK	0	0	0	0	A=OK & C=OK	40	40	40	120	80,00				
КАППА МЕЖДУ КОНТРОЛЕРАМИ И ОПОРНЫМ РЕШЕНИЕМ														
OK ПРИНЯТО КАК NOK:	A=NOK/OP=OK	0	B=NOK/OP=OK	0	C=NOK/OP=OK	0								
ПРАВИЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ:	A=NOK/OP=NOK	30	B=NOK/OP=NOK	30	C=NOK/OP=NOK	30								
ПРАВИЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ:	A=OK/OP=OK	120	B=OK/OP=OK	120	C=OK/OP=OK	120								
OK ПРИНЯТО КАК OK:	A=OK/OP=NOK	0	B=OK/OP=NOK	0	C=OK/OP=NOK	0								
100% решений контролера совпадает с OP	A	B	C	100% решений контролера не совпадает с OP			A	B	C					
00% совпадения с OP по решению OK	40	40	40	Ложноотрицательные значения (OK принято как NOK)			0	0	0					
00% совпадения с OP по решению NOK	10	10	10	Ложноположительные значения (NOK принято как OK)			0	0	0					
00% совпадения с OP по решению OK и NOK	50	50	50	Смешанные решения			0	0	0					
00% решений контролера совпадает по каждой части	A	B	C											
00% совпадения OK	40	40	40											
00% совпадения NOK	10	10	10											
00% совпадения с OP по решению OK и NOK	50	50	50											

Рисунок 3.8- Отчёт по анализу измерительной системы. Анализ таблиц сопряжённости.

Построение контрольной карты. На предприятии ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ» не применяются статистические методы управления процессами. Для контроля этапа производства «сверление отверстий» подходят контрольные карты для количественных данных, а именно карты средних (\bar{X}) и размахов (R).

Сбор данных и обработка информации. Инженер по качеству отбирает образцы готовой продукции и измеряет конкретную характеристику процесса на выходе. Объем выборки должен составлять примерно 100 единиц. Выборка делится на 20-25 подгрупп объемом 4-5 единиц. Если нет необходимости делить данные на подгруппы предварительно, то их делят в порядке поступления. Заносит данные в контрольную карту.

Контрольная карта строится инженером по качеству при помощи программы Microsoft Excel.

Анализ контрольных карт проводит начальник технологического отдела для распознавания причин изменчивости и отклонений среднего процесса от постоянного уровня для проведения соответствующих корректирующих действий.

Точки за контрольными границами. Наличие одной или нескольких точек, находящихся за любой из контрольных границ является сигналом о нарушении управляемого состояния в этой точке. Точка за пределом контрольной границы указывает на наличие особой причины.

Возможные причины:

- изменилась измерительная система (например, другой измерительный инструмент или оператор);
- неверно вычислены или нанесены контрольные границы или точки;
- изменчивость «от детали к детали» или разброс распределения увеличились (то есть ухудшились) в одной точке или как часть тренда.

Тренды внутри контрольных границ. Наличие необычного ряда точек или трендов, даже если все размахи находятся в контрольных границах, может быть признаком выхода из управляемого состояния.

- 7 точек подряд по одну сторону от среднего значения;
- 6 точек подряд последовательно возрастают (убывают);
- 14 точек подряд попеременно возрастают и убывают.

Возможные причины: изменилась измерительная система, увеличился (необходимо исправление), разброс данных, уменьшился разброс данных (улучшение процесса).

При каждом возникновении особой причины, выявленной на карте средних и размахов, проводится анализ работы процесса для определения этой причины исправления её положения, и разрабатываются мероприятия для ликвидации её повторения. Также следует учесть, что не все особые причины оказывают негативное влияние. Некоторые из них способствуют совершенствованию процесса. Эти причины необходимо учесть для возможного дальнейшего использования в процессе.

Значения контрольных границ должны быть пересчитаны после проведения анализа, для исключения повторений выявленных периодов статистической неуправляемости. Далее исключаются все подгруппы, на которые повлияли особые причины, пересчитываются и наносятся новые средние линии и границы на контрольные карты, проверяет, что все точки находятся в новых границах и они указывают на статистически управляемое состояние процессов. При необходимости повторяется последовательность действий: идентификация – корректирующие действия – пересчет значений контрольных границ.

Подробная классификация случаев аномального расположения точек на контрольной карте по альтернативному признаку описана в приложении В, по количественному признаку описана приложении Г.

После оценки стабильности процесса, определяют его возможности при помощи индексов воспроизводимости и пригодности.

Оценка возможностей процесса проводится после того, как проведен анализ стабильности процесса и были предприняты действия по его

улучшению, то есть особые причины были идентифицированы, был проведён анализ, выполнены корректировки, и они были устранены.

Индексы пригодности и воспроизводимости используются для оценки потенциальной точности процесса (воспроизводимости).

Расчет индексов осуществляется автоматически в программе Excel по ранее внесённым формулам. Индексы рассчитываются для контрольных карт средних и размахов.

Количественная оценка возможностей стабильного процесса проводится на основе расчета индексов воспроизводимости и пригодности.

Индекс воспроизводимости (C_p) без учета положения среднего сравнивает возможности процесса с максимально допустимой изменчивостью, определяемой как допуск.

По результатам анализа оборудование / ТП характеризуется как:

- обеспечивающее статистически устойчивое состояние технологического процесса при достаточной (допустимой) или высокой точности, при несмещенной настроенности и стабильности;
- разлаженное состояние.

При разлаженном состоянии технологического процесса (индексы возможностей не соответствуют нормативам) главный технолог определяет мероприятия, необходимые для устранения выявленных причин несоответствий, и направляет КК и перечень мероприятий в соответствующие отделы организации.

Наименование детали				Профиль SPUTNIK 35				Период				02.04.2018-27.04.2018													
Параметр				25,6±0,5				СИИК				ЩЦЦ-I-150-0,01		№		E03287									
НГД	ВГД	Ед. изм		Рр	Ррк	Ср	Срк	Хср	ВКГх	НКГх	Рср	ВКГг													
25,100	26,100	мм		2,49	1,45	2,55	1,48	25,8089	25,8966	25,7212	0,1520	0,3213													
Таблица регистрации данных эксперимента:																									
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
X ₁	25,83	25,83	25,68	25,67	25,83	25,87	25,82	25,83	25,90	25,86	25,86	25,82	25,73	25,70	25,83	25,87	25,82	25,83	25,89	25,86	25,90	25,86	25,86	25,82	25,74
X ₂	25,80	25,88	25,80	25,85	25,77	25,87	25,93	25,85	25,70	25,89	25,74	25,88	25,80	25,85	25,77	25,87	25,83	25,85	25,81	25,67	25,70	25,89	25,78	25,88	25,80
X ₃	25,75	25,72	25,86	25,83	25,83	25,91	25,79	25,88	25,68	25,67	25,69	25,75	25,76	25,86	25,86	25,91	25,79	25,88	25,78	25,88	25,76	25,88	25,80	25,75	25,76
X ₄	25,69	25,90	25,81	25,89	25,80	25,69	25,80	25,90	25,86	25,89	25,75	25,87	25,81	25,89	25,76	25,86	25,80	25,65	25,86	25,79	25,86	25,89	25,75	25,87	25,71
X ₅	25,74	25,90	25,78	25,76	25,80	25,87	25,73	25,76	25,78	25,85	25,74	25,86	25,78	25,69	25,75	25,83	25,70	25,79	25,78	25,85	25,78	25,85	25,75	25,86	25,78

Рисунок 3.9 - Отчёт по оценке возможностей процесса

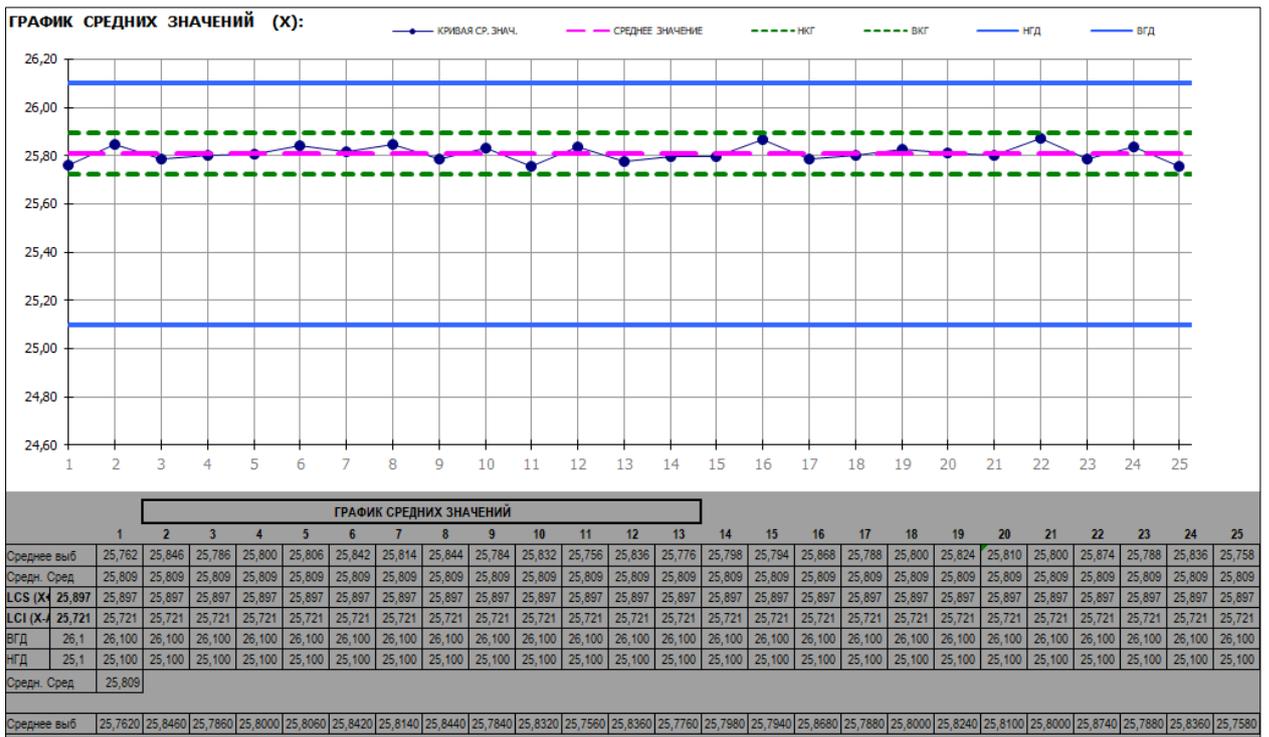


Рисунок 3.10 – Контрольная карта средних значений

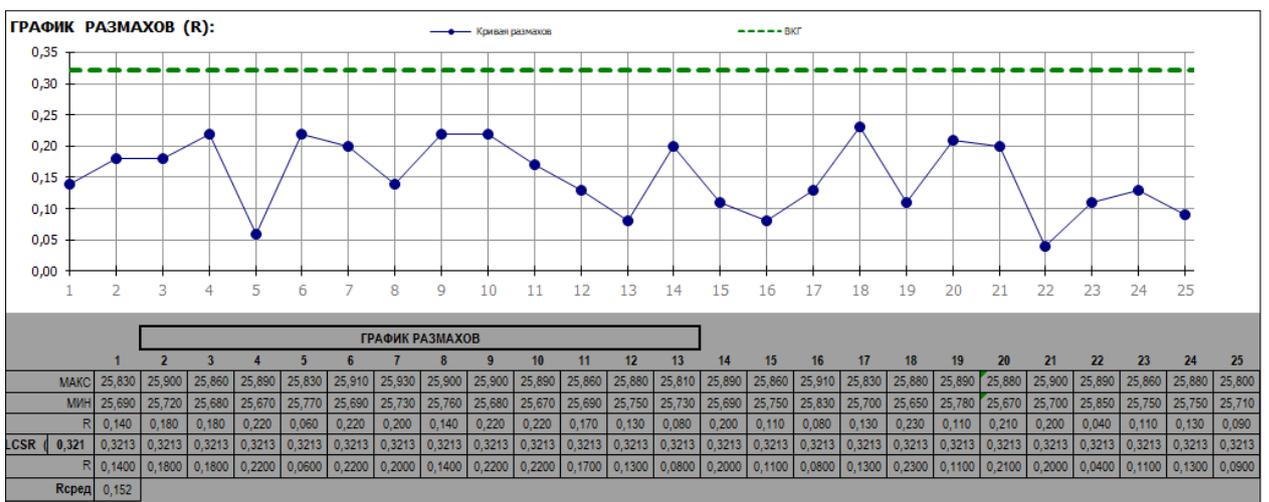


Рисунок 3.11 – Контрольная карта размахов

Характеристики процесса														
0,152	25,809	0,065	2,550	1,485	25,897	25,721	0,321		$LCS(\bar{X}_i) = \bar{\bar{X}} + A_1 \cdot \bar{R}$	Выборка	2	3	4	5
Rcp	Средн. средни x	S	C _p	C _{pk}	LCS	LCI	LCSR		$LCI(\bar{X}_i) = \bar{\bar{X}} - A_2 \cdot \bar{R}$	A ₂ =	1,88	1,023	0,729	0,577
									$LCS(R_i) = D_4 \cdot \bar{R}$	D ₄ =	3,267	2,574	2,282	2,114
Tnat =		0,39		=(6 x S)		0,065				d2 =	1,128	1,693	2,059	2,326
СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ														
Полная изменчивость										0,067049				
Внутригрупповая изм.										0,065				

Рисунок 3.12– Характеристики процесса

Таким образом, предложенные мероприятия на основе статистических методов управления процессами, а именно: внедрение калибра для контроля выполнения операции, MSA-анализ средства измерения и калибра, и внедрение контрольных карт средних (X) и размахов (R) –позволят повысить качество выпускаемой светотехнической продукции, что приведёт к удовлетворённости потребителей и впоследствии к повышению имиджа предприятия ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ» в целом.

3.2 Расчёт экономической эффективности мероприятий

Для того чтобы рассчитать экономическую эффективность предложенных мероприятий рассмотрим затраты, которые были понесены ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ» на рекламации. К данным затратам относятся: Затраты на опережающую поставку светильников взамен бракованных (поставка новых светильников потребителю), затраты на доставку (собственный транспорт, доставка транспортной компанией или курьерской службой), затраты на ремонт светильников (затраты на комплектующие и материалы, затраты на оплату труда за ремонт). Сумма данных затрат представлена в таблице 3.8.

Таблица 3.8 - Затраты на рекламации (апрель 2017 г. – апрель 2018 г.)

Затраты	Сумма (руб.)
Опережающая поставка новых светильников на замену бракованных	250084
Расходы на ремонт бракованных светильников	
Затраты на оплату труда	18832.4
Затраты на комплектующие и материалы	18432
Транспортные расходы	106502.9
Удержания с виновных лиц	17350
Переработка бракованных светильников	35084
Итого	341417,3

Для внедрения мероприятий, предложенных в данной работе, необходимо произвести ряд затрат, которые представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 - Затраты на внедрение мероприятий

№	Затраты	Расчёты	Сумма, руб.
1	Затраты на обучение персонала	1000 руб./дн.*10 дн.	10 000
2	Затраты на изготовление калибра	1500 *1 шт.	1 500
3	Затраты калибровку в ЦСМ	900*1 шт.	900
4	Затраты на оплату труда		
	инженер по качеству	130 руб./час.* 8час.*20дн.	20800
5	Затраты на канцтовары		
	Бумага белая А4	200*1 уп.	200
	Заправка картриджа	150* 1шт.	150
	Файлы	100* 1 уп.	100
		Итого	33650

Экономический эффект предложенных мероприятий рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_3 = Z_1 - Z_2 \quad (3.8)$$

Где Z_1 -Зататы на дефектную продукцию до внедрения мероприятий,

Z_2 -Затраты на дефектную продукцию после внедрения мероприятий.

Экономическая эффективность от внедрения предложенных мероприятий рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}_3}{3} \quad (3.9)$$

Где \mathcal{E}_3 - экономический эффект,

Z - Затраты на реализацию мероприятий.

Расчёты экономической эффективности представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Экономический эффект предложенных мероприятий

№	Показатель	Рассчитанная величина, руб.
1	Z_1 -Зататы на дефектную продукцию до внедрения мероприятий	341417,3
2	Z_2 -Затраты на дефектную продукцию после внедрения мероприятий	163880,3
3	\mathcal{E}_3 -Экономический эффект	177537
4	Z - Затраты на реализацию мероприятий	33650
5	\mathcal{E} - экономическая эффективность	5,275

Общий экономический эффект от внедрения предложенных мероприятий составит 177537 руб. Это позволяет сделать вывод об эффективности предложенных мероприятий по внедрению контроля операции с помощью калибра, MSA средства измерения и калибра и внедрение контрольных карт.

Заключение

Качество в производстве требует практики контроля качества для снижения изменчивости качественных характеристик продукта. Поскольку изменчивость может быть описана только в статистических терминах, статистические методы играют центральную роль в усилиях по повышению качества. Управление статистическим процессом - научная, основанная на данных, методология для анализа и улучшения качества. Статистическое управление процессом (SPC) - это статистический подход для оказания помощи специалистам, руководителям и менеджерам в управлении качеством и устранении особых причин изменчивости процесса. Первоначальная роль SPC заключается в предотвращении, а не определении ухудшения продукта или процесса, а также активно определять возможности для улучшения процесса.

В первой главе раскрыты понятие и сущность статистического управления процессами и его основные понятия, такие как изменчивость, управляемое состояние и стабильность, возможности процесса, последствия излишнего регулирования. Также описаны основные методы, такие как контрольные карты и оценка возможностей процесса.

Во второй главе описан анализ предприятия ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ». Проведён анализ основных технико-экономических показателей деятельности предприятия. Данный анализ показал, что в 2017 году по отношению к 2016 выявлен значительный прирост выручки, который составляет 42%. Это произошло вследствие роста продаж в анализируемый период. Но в данный период также произошло повышение себестоимости продукции на 55%. Это отрицательно сказывается на эффективности работы предприятия, потому что темп прироста выручки отстаёт от темпа прироста себестоимости на 13%. Также производительность труда рабочего в 2017 году по отношению к 2016 году уменьшалась на

822 250 руб. в абсолютном выражении и процентом отношении - на 19%. Это произошло за счёт найма рабочих, обладающих низкой квалификации, о чём говорит увеличение численности персонала на 75%. Тем не менее, за период 2016-2017гг. снижение рентабельности составило всего 2%, с учетом увеличения чистой прибыли 13698 тыс. руб. этот показатель положительно характеризующий работу данного предприятия.

Был описан технологический процесс производства профильного светильника SPUTNIK. Также была приведена статистика по рекламациям от потребителей по светильникам SPUTNIK и выявлены основные причины выхода из строя светильников у потребителя. Был проведён PFMEA- анализ процесса производства светильника SPUTNIK. Выявлены основные проблемы в процессе производства, которые приводят к выходу из строя светильников у потребителя, а именно на этапе «сверление отверстий». К ним относится проблема отсутствия контроля выполнения операции.

В третьей главе предложены мероприятия на основе статистических методов управления процессами, а именно внедрение калибра для контроля выполнения операции, MSA-анализ средства измерения и калибра, и внедрение контрольных карт средних (X) и размахов (R). В заключительной части главы рассчитана экономическая эффективность предложенных мероприятий.

Применение разработанных мероприятий на предприятии ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ» позволит повысить качество выпускаемой светотехнической продукции, что приведёт к удовлетворённости потребителей и впоследствии к повышению имиджа предприятия в целом. Данные мероприятия экономически выгодны для предприятия, о чём свидетельствуют расчёты экономической эффективности.

Таким образом, цель данной бакалаврской работы достигнута и поставленные задачи выполнены.

Список используемой литературы

- 1) Адлер Ю.П. Статистическое управление процессами. «Большие данные» [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.П. Адлер, Е.А. Черных. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2016. — 52 с. — 978-5-87623-969-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64199.html>
- 2) Акуленок М.В. Статистическое управление процессами. Часть 2: Индикаторные показатели процессов/ М.В. Акуленок. – М.: МИЭТ, 2012. – 10-12с.
- 3) Бисерова В.А. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Бисерова, Н.В. Демидова, А.С. Якорева. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Научная книга, 2012. — 159 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8207.html>
- 4) ГОСТ Р ИСО 9000:2015. Система менеджмента качества. Основные положения и словарь. – М.: Национальный стандарт Российской Федерации, 2015.
- 5) ГОСТ 16085-80 Калибры для контроля расположения поверхностей. Допуски (с Изменением N 1, с Поправкой)
- 6) ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта. – М.: Национальный стандарт Российской Федерации, 2015.
- 7) ГОСТ Р ИСО 9001:2015. Система менеджмента качества. Требования. – М.: Национальный стандарт Российской Федерации, 2015.
- 8) ГОСТ 2308-2011 Указания допусков формы и расположения поверхностей. – Введ. 2011-05-12. – М.: Стандартиформ, 2012.
- 9) ГОСТ Р 51901.12-2007(МЭК 60812:2016) Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов. – М.: Стандартиформ, 2008.
- 10) Глухов В.В. Управление качеством/ В.В. Глухов , Д.П. Гасюк . – СПб.: Питер, 2015.

- 11) Дональд Уилер Статистическое управление процессами [Электронный ресурс]: оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта / Уилер Дональд, Чамберс Дэвид. — Электрон. текстовые данные. — М. : Альпина Паблишер, 2017. — 409 с. — 978-5-9614-5726-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58564.html>
- 12) Ершов А.К. Управление качеством: учебное пособие/ А.К. Ершов. — М. : Логос, Университетская книга, 2008.
- 13) Ефимов В. В. Средства и методы управления качеством: учеб. Пособие для вузов/ В.В. Ефимов. – Гриф УМО. – Москва: Кнорус, 2013.
- 14) Немогай Н.В. Стандартизация и сертификация продукции [Электронный ресурс] : пособие для студентов вузов / Н.В. Немогай. — Электрон. текстовые данные. — Минск: ТетраСистемс, 2010. — 236 с. — 978-985-536-084-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28227.html>
- 15) Нахратова, Г.В. Основы метрологии, стандартизации и сертификации : электронное учеб.-метод. пособие / Г.В. Нахратова, А.Г. Схиртладзе. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2015. – 1 оптический диск.
- 16) Ревякина О.В. Статистические системы в управлении качеством промышленных коллекций. Часть 1. Задачи и программные средства управления качеством промышленных коллекций [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.В. Ревякина. — Электрон. текстовые данные. — Омск: Омский государственный институт сервиса, Омский государственный технический университет, 2014. — 88 с. — 978-5-93252-336-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/32797.html>
- 17) Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М.- 2011.
- 18) Управление качеством [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям экономики и управления / С.Д. Ильенкова [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2013. — 287 с. — 978-5-238-02344-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21008.html>

- 19) Чернышёва Е.В. Средства и методы управления качеством: учебное пособие/ Е.В. Чернышёва. — Электрон. текстовые данные. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2011.
- 20) Шклярова Е.И. Управление качеством, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]: конспект лекций / Е.И. Шклярова. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2016. — 102 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65687.html>
- 21)Шорохова И.С. Статистические методы анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.С. Шорохова, И.В. Кисляк, О.С. Мариев. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 300 с. — 978-5-7996-1633-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65987.html>
- 22)Berhe L. Assessing the Awareness and Usage of Quality Control Tools with Emphasis to Statistical Process Control (SPC) in Ethiopian Manufacturing Industries./ L. Berhe, T. Gidey . – Intelligent Information Management, 8, 2016.p. 143-169.
- 23)Gejdoš P. Continuous Quality Improvement by Statistical Process Control./ Procedia Economics and Finance. 34, 2015. p. 565-572.
- 24)Gołaś H. Application of the Suggestion System in the Improvement of the Production Process and Product Quality Control./ H. Gołaś, A. Mazur, Gruszka J., P.Szafer./ IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2016, p.145.
- 25)Pisarciuc C. The Use of Statistical Process Control to Improve the Accuracy of Turning. / C.Pisarciuc /IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2016.p. 161
- 26)Wisner P. Statistical Process Control for Quality Improvement./ P. Wisner / QFinance, 2017.

Производство 97



Организационная структура предприятия ООО «ВСТЗ ЛУЧ»

Типовая шкала баллов значимости S при PFMEA

Последствие	Критерий значимости последствия		Балл S
	Конечный потребитель	Конечный потребитель Производство/сборка	
Опасное без предупреждения	Очень высокий ранг значимости, когда вид потенциального дефекта (несоответствия) ухудшает безопасность работы транспортного средства и (или) вызывает несоответствие обязательным требованиям безопасности и экологии без предупреждения.	Может подвергнуться опасности персонал у станка или на сборке без предупреждения	10
Опасное с предупреждением	Весьма высокий ранг значимости, когда вид потенциального дефекта (несоответствия) ухудшает безопасность работы транспортного средства и (или) вызывает несоответствие обязательным требованиям безопасности и экологии с предупреждением.	Может подвергнуться опасности персонал у станка или на сборке с предупреждением.	9
Очень важное	Транспортное средство/узел неработоспособны с потерей главной функции. Потребитель очень недоволен.	Большое нарушение производственной линии. Может браковаться до 100% продукции или ремонт занимает более часа.	8
Важное	Транспортное средство работоспособно, но с пониженной эффективностью. Потребитель не удовлетворен.	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться сортировка продукции, когда часть ее бракуется или ремонт от 0.5 до 1 часа.	7
Умеренное	Транспортное средство/узел работоспособны, но некоторые системы комфорта и удобства не работают. Потребитель испытывает дискомфорт.	Небольшое нарушение производственной линии. Часть продукции необходимо забраковать (без сортировки) или ремонт менее получаса.	6
Слабое	Транспортное средство/узел работоспособно, но некоторые системы комфорта и удобства работают с пониженной эффективностью. Потребитель испытывает некоторое неудовлетворение.	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться переделка до 100% продукции или ремонт на месте.	5
Очень слабое	Изделие пригодно, но отделка и шумность изделия не соответствуют ожиданиям потребителя. Этот дефект (несоответствие) замечает большинство потребителей (более 75%).	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться сортировка и частичная переделка продукции.	4
Незначительное	Изделие пригодно, но отделка и шумность не соответствуют ожиданиям потребителя. Дефект (несоответствие) замечает 50% потребителей.	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться переделка части продукции на специальном участке.	3
Очень незначительное	Изделие пригодно, но отделка и шумность не соответствуют ожиданиям потребителя. Дефект (несоответствие) замечает разборчивый потребитель (менее 25%).	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться доработка части продукции на основной технологической линии.	2
Отсутствует	Никакого заметного последствия.	Легкое неудобство для оператора 1	1

Типовая шкала баллов возникновения О при PFMEA

Вероятность несоответствия	Возможная частота несоответствия	Индекс Rpk	Балл О
Очень высокая: постоянные несоответствия	> 100 на 1000	< 0,55	10
	50 на 1000	> 0,55	9
Высокая: частые несоответствия	20 на 1000	» 0,78	8
	10 на 1000	» 0,86	7
Умеренная: случайные несоответствия	5 на 1000	» 0,94	6
	2 на 1000	» 1,00	5
	1 на 1000	» 1,10	4
Низкая: относительно мало несоответствий	0,5 на 1000	» 1,20	3
	0,1 на 1000	» 1,30	2
Малая: несоответствие маловероятно	< 0,01 на 1000	> 1,67	1

Типовая шкала баллов обнаружения D при PFMEA

Типы контроля: А - с защитой от ошибок; В - контроль с помощью калибра;

С - ручной контроль

Обнаружение	Критерии	Типы контроля			Предполагаемые методы управления	Балл D
		A	B	C		
Почти невозможно	Абсолютная уверенность в не обнаружении несоответствия			*	Не могут обнаружить или не проверяются	10
Очень отдалённое	Вероятно, контроль не обнаружит несоответствие			*	Управление достигается только непрямыми или случайными проверками	9
Отдалённое	У контроля мало шансов обнаружить несоответствие			*	Управление достигается только визуальным контролем	8
Очень слабое	У контроля мало шансов обнаружить несоответствие			*	Управление достигается только двойным визуальным контролем	7
Слабое	Контроль может обнаружить несоответствие с низкой вероятностью		*	*	Управление достигается контрольными картами, (SPC)	6
Умеренное	Контроль может обнаружить несоответствие	*	*		Управление основано на измерении переменной после выхода изделия с поста или сплошной контроль да/нет после выхода изделия с поста	5
Умеренно хорошее	У контроля умеренно хорошие шансы обнаружить несоответствие	*	*		Обнаружение ошибок на последующих операциях или контроль при запуске и проверке первых изделий	4
Хорошее	У контроля хорошие шансы обнаружить несоответствие	*	*		Обнаружение ошибок на poste или на последующих операциях несколькими слоями приёмки: поставка, отбор, установка, проверка. Не может принять отличающуюся часть/изделие	3
Очень хорошее	Контроль почти наверняка обнаружит несоответствие	*	*		Обнаружение ошибок на poste (автоматический контроль с функцией автоматической остановки) Не может пропустить отличающуюся часть/изделие	2
Очень хорошее	Контроль наверняка обнаружит несоответствие	*			Отличающиеся изделия не могут быть изготовлены	1

Контрольный листок сбора данных для анализа измерительных систем
(MSA)

		Контрольный листок сбора данных для анализа измерительных систем (MSA) № _____					Инженер по качеству				
Номер детали (образца)		Наименование СИ				Дата					
Наименование детали (образца)		Номер СИ				Оператор А					
Параметр (с допуском)						Оператор В					
						Оператор С					
Оператор и серии попыток		Контролируемые объекты (изделия или образцы)									
А	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2										
	3										
В	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2										
	3										
С	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2										
	3										

Отклонения и допуски измерительных элементов калибра

Позиционный допуск поверхности изделия T_p	Отклонения и допуски измерительных элементов калибра			
	Основное отклонение F	Допуск на изготов- ление H	Величина износа W	Позиционный допуск T_{pk}
От 20 до 30	9	4	4	6
Св. 30 » 50	12	5	5	8
» 50 » 80	15	6	6	10
» 80 » 120	20	8	8	12
» 120 » 200	26	8	10	16
» 200 » 300	32	10	12	20
» 300 » 500	53	12	16	25
» 500 » 800	66	16	20	30
» 800 » 1200	85	20	25	40
» 1200 » 2000	105	25	30	50
» 2000 » 3000	130	30	40	60
» 3000 » 5000	170	40	50	80
» 5000	210	50	60	100

 КОЛЛЕКТИВНОЕ ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ Сиботехника		Контрольный листок сбора данных для анализа приборов контроля				Инженер по качеству						
Номер детали (образца)		Наименование СИ		Дата								
Наименование детали (образца)		Номер СИ		Контролёр А								
Параметр (с допуском)				Контролёр В								
				Контролёр С								
№ п/п	Контролёр А			№ п/п	Контролёр В			№ п/п	Контролёр С			Вывод о совпадении и несовпадении результатов наблюдений
	1 опыт	2 опыт	3 опыт		1 опыт	2 опыт	3 опыт		1 опыт	2 опыт	3 опыт	
1				1				1				
2				2				2				
3				3				3				
4				4				4				
5				5				5				
6				6				6				
7				7				7				
8				8				8				
9				9				9				
10				10				10				
11				11				11				
12				12				12				
13				13				13				
14				14				14				
15				15				15				
16				16				16				
17				17				17				
18				18				18				
19				19				19				
20				20				20				
21				21				21				
22				22				22				
23				23				23				
24				24				24				
25				25				25				
26				26				26				
27				27				27				
28				28				28				
29				29				29				
30				30				30				
31				31				31				
32				32				32				
33				33				33				
34				34				34				
35				35				35				
36				36				36				
37				37				37				
38				38				38				
39				39				39				
40				40				40				
41				41				41				
42				42				42				
43				43				43				
44				44				44				
45				45				45				
46				46				46				
47				47				47				
48				48				48				
49				49				49				
50				50				50				