

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)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: «Совершенствование технологического процесса производства
продукции (на примере ООО «ФМИС»))»

Студент

Ю.Ю. Коровина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Е.Г. Степанова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультант

С.А. Гудкова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой «Менеджмент организации»

канд. экон. наук Васильева С.Е

(личная подпись)

«__» _____ 2017 г.

Тольятти 2017

Аннотация

Бакалаврскую работу выполнил студент: Коровина Ю. Ю.

Тема работы: «Совершенствование технологического процесса производства продукции (на примере ООО «ФМИС»))»

Научный руководитель: канд.техн.наук., доцент Степанова Е. Г.

Цель исследования - разработка мероприятий по совершенствованию технологического процесса производства продукции.

Объект исследования - ООО «ФМИС», основным видом деятельности, которого является производство и поставка выхлопных систем и их комплектующих для автомобилей.

Предмет исследования – технологический процесс производства основного глушителя.

Методы исследования – статистический анализ данных, прогнозирование, статистическая обработка результатов, дедукция и т.д.

Краткие выводы по бакалаврской работе:

В работе были рассмотрены теоретические особенности управления качеством технологических процессов в машиностроительной отрасли, проведён анализ предприятия ООО «ФМИС», его системы менеджмента качества, а так же технологического процесса производства глушителя. В качестве мероприятия по улучшению предложено внедрение методологии «Шести сигм» в рассматриваемый процесс.

Практическая значимость работы заключается в том, что отдельные её положения в виде материала подразделов 2.2, 2.3, 3.1 и приложения могут быть использованы специалистами коммерческих организаций.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, 3-х разделов, заключения, списка литературы из 30 источников и 5-и приложений. Общий объем работы, без приложений, 77 страниц машинописного текста, в том числе таблиц-39, рисунков – 24.

Abstract

The title of the graduation work is “Improvement of the technological process of production”. We touch upon the problem of quality management in technological process in the automotive industry.

The object of the graduation work is limited liability company Faurecia Metalloprodukcja Exhaust Systems. This manufacturing company produces exhaust systems for cars. The subject is the technological process of muffler production. Much attention is given to use of modern methods and tools of quality management, for example, statistical process control and Six Sigma methodology.

The issues of organization`s characteristics of technological process in the automotive industry, types of operations and methods for quality improvement and quality assurance are highlighted in the project`s theoretical part.

The activities of the company and the muffler manufacturing process were analyzed in the project`s second part. During the process analysis, such elements of a quality management as control charts, Pareto distribution diagram and process flowchart were used. The results of experiments conducted to explore process capability were also reported in this part.

The final part describes Six Sigma methodology implementation for improvement the target process. Six Sigma is a management methodology to use data to eliminate defects in any process. By using Six Sigma methodology the manufacturing process faces the defects no more than 3.4 times per million opportunities.

So, the goal of the work was achieved through the introduction of Six Sigma methodology aimed at improving the technological process of muffler production at Faurecia Metalloprodukcja Exhaust Systems LLC.

The graduation work consists of an explanatory note on 77 pages, introduction, including 24 figures, 39 tables, the list of 30 references including 4 foreign sources and 5 appendices.

Содержание

Введение.....	5
1 Теоретические аспекты совершенствования технологических процессов производства продукции на предприятиях автомобилестроения.....	7
1.1 Особенности технологических процессов производства продукции.....	7
1.2 Современные методы совершенствования технологических процессов производства продукции	14
2 Анализ технологического процесса производства глушителя на ООО «ФМИС»	24
2.1 Техничко-экономическая характеристика предприятия.....	24
2.2 Анализ показателей качества и описание технологического процесса производства основного глушителя.	37
3 Разработка мероприятий по совершенствованию технологического процесса производства продукции на ООО «ФМИС»	55
3.1 Разработка мероприятий по совершенствованию технологического процесса производства основного глушителя	55
3.2 Оценка экономической эффективности внедрённых мероприятий	68
Заключение	73
Список используемой литературы	75
Приложения	78

Введение

Актуальность данной бакалаврской работы обусловлена большой значимостью технологического процесса в производстве продукции, а так же достаточно высокой степенью конкуренции на современном рынке автомобилестроительных предприятий, способствующей постоянному увеличению требований к производителям. Поскольку технологический процесс можно назвать ключевым в создании продукта, то мероприятия, направленные на его совершенствование, с большой вероятностью будут иметь существенную экономическую эффективность, как для производителя, так и для потребителей. Так, например, эффективность может быть выражена в снижении себестоимости изделий, потерь от брака, в повышении качества продукции и т. д., что, несомненно, приведёт к усилению конкурентоспособности предприятия в целом и к увеличению удовлетворённости его потребителей.

Целью данной работы является разработка мероприятий по совершенствованию технологического процесса производства глушителя легкового автомобиля.

Объектом исследования является предприятие ООО «Форесия Металлопродукция Икзост Системс» (ООО «ФМИС»), занимающееся производством и поставкой выхлопных систем для легковых автомобилей.

Предметом исследования служит технологический процесс производства основного глушителя.

Достижение цели работы, сопровождается выполнением следующих задач:

1. Рассмотреть теоретические аспекты совершенствования технологических процессов в автомобилестроительной отрасли, уделяя особое внимание современным методам качества, и путям их применения в повышении эффективности техпроцессов.

2. Провести анализ технико-экономических характеристик ООО «ФМИС».

3. Описать и проанализировать технологический процесс производства основного глушителя.

4. Разработать мероприятия по совершенствованию технологического процесса производства основного глушителя.

5. Оценить экономический эффект от предложенных мероприятий.

Данная бакалаврская работа состоит из 3-х разделов, заключения, списка литературы из 30 источников и 5-и приложений. Общий объем работы, без приложений, 77 страниц машинописного текста, в том числе таблиц-39, рисунков – 24.

1 Теоретические аспекты совершенствования технологических процессов производства продукции на предприятиях автомобилестроения

1.1 Особенности технологических процессов производства продукции

Согласно международным стандартам качества ISO серии 9000, процессом называется совокупность взаимосвязанных и (или) взаимодействующих видов деятельности, использующих входы для получения намеченного результата. Процессный подход применяется в обязательном порядке на предприятиях с действующей системой менеджмента качества (СМК), которую в большинстве случаев используют предприятия автомобилестроения. В рамках данного подхода, все процессы предприятия делятся на основные, вспомогательные и управляющие. Технологические процессы производства продукции, несомненно, относятся к основным процессам, поскольку именно данный вид деятельности непосредственно направлен на изготовление продукции. Существует несколько определений понятия «технологический процесс». Согласно ГОСТ 3.1109.82, технологическим процессом называется часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда[1]. В. Ю. Шишмараев в своём учебнике «Автоматизация технологических процессов» говорит, что технологический процесс — это совокупность действий, связанных с обеспечением требуемых выходных параметров данного процесса[25]. Таким образом, технологический процесс является неотъемлемой и наиболее существенной частью производственного процесса, которая содержит в себе действия, направленные на создание готового продукта требуемого качества путём последовательного изменения внешнего вида, формы, размеров или внутренних свойств сырья и материалов при помощи взаимодействия орудий и предметов труда, обслуживающей и транспортной систем и систем контроля.

Построение технологических процессов осуществляется на основе методов и технологии их выполнения. Основными методами в автомобилестроительной отрасли являются формообразование, литье, спекание, гальванопластика, обработка давлением, термическая обработка, электрофизическая, электрохимическая и слесарная обработка, сборка и сварка.

Как правило, технологические процессы промышленного производства продукции, в том числе и автокомпонентов, состоят из элементов, приведённых в таблице 1.1[1].

Таблица 1.1 – Структура технологического процесса производства продукции

Элемент технологического процесса	Определение
Технологическая операция	Законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.
Вспомогательная операция	Часть технологического процесса, необходимая для осуществления технологической операции, но не изменяющая размеров, формы, внешнего вида или свойств обрабатываемого изделия, т.е. не добавляющая ценности готовому изделию.
Установ	Часть технологической операции, выполняемой при неизменном закреплении заготовки или собираемой сборочной единицы.
Позиция	Фиксированное положение, занимаемое неизменно закреплённой заготовкой или сборочной единицей для выполнения определённой части операции.
Технологический переход	Законченная часть технологической операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой или соединяемых при сборке.
Вспомогательный переход	Законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека и (или) оборудования, которые не сопровождаются изменением формы, размеров и шероховатости поверхностей предмета труда, но необходимы для выполнения технологического перехода.
Рабочий ход	Законченная часть технологического перехода в виде однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки.
Вспомогательный ход	Законченная часть технологического перехода в виде однократного перемещения инструмента относительно заготовки, не сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки, но необходимого для выполнения рабочего хода.
Приём	Законченная совокупность действий человека, применяемых при выполнении перехода или его части и объединённых одним целевым назначением.

Основным элементом планирования техпроцесса является технологическая операция. На технологические операции устанавливаются нормы времени, по ним определяется трудоёмкость и себестоимость процесса, а также необходимое количество операторов по квалификациям и средств технологического оснащения.

Важнейшей категорией в характеристике технологического процесса является качество техпроцесса, высокий уровень которого является фундаментом для выпуска продукции, соответствующей всем требованиям потребителя. Качеством технологического процесса называется совокупность свойств, определяющих степень его пригодности для достижения заданных требований.

Качество техпроцесса можно оценить с двух сторон. Во-первых, степень соответствия требованиям техпроцесса определяется путём проверки качества продукции, которая была получена в его результате. То есть происходит оценка качества посредством осуществления вспомогательных операций контроля. В данном случае, контроль подразделяется на:

- промежуточный, т.е. контроль в ходе техпроцесса (например, контроль деталей после каждой технологической операции);
- финальный, т.е. контроль по завершению технологического процесса (например, испытания автомобиля после его окончательной сборки).

Во-вторых, для определения качества технологического процесса анализируется сам процесс, а точнее целый ряд его параметров. В данном случае, оценке подвергаются основные свойства техпроцесса по техническим, экономическим, эргономическим параметрам, а также по показателям безопасности, а так же технологическая документация, основные показатели исполнения технологического процесса и технико-экономические показатели процесса. В таблице 1.2 приведены основные свойства технологического процесса[24].

Со стороны отдела качества предприятия особое внимание уделяется техническим характеристикам техпроцессов.

Таблица 1.2 – Основные свойства технологического процесса

Технические	Экономические	Эргономические	Показатели безопасности
– точность; – стабильность; – надёжность; – воспроизводимость; – управляемость; - и т.д.	– трудоёмкость; – себестоимость; – материалоемкость; – энергоёмкость; – производительность; - и т.д.	– удобство обслуживания и управления; – гигиеничность; – освещённость; - и т.д.	– токсичность; – уровень шума; – электробезопасность – пожаро- и взрывобезопасность; - и т.д.

Точность процессов – это степень соответствия фактических отклонений, допустимых технологической документацией. Стабильность процессов характеризуется способностью процессов и их элементов сохранять точность показателей качества во времени. Надёжность техпроцесса можно охарактеризовать запасом точности, т. е. это способность процесса безотказно выпускать продукцию, соответствующую заданным параметрам качества. Технические свойства процессов оцениваются посредством использования статистических инструментов контроля и инструментов логического анализа, представленных в таблице 1.3:

Таблица 1.3 – Инструменты оценивания технических свойств процессов

Статистические инструменты контроля	Гистограммы стратификации, которые применяются для сортировки данных по выбранным критериям
	Контрольные карты процессов, с помощью которых фиксируют данные в ходе процесса и служат для определения управляемости процесса
	Контрольные листки учёта данных о несоответствиях, используемые для определения количества и частоты появления несоответствий
	Диаграммы рассеяния, используемые для определения соотношений между факторами влияния на параметры
Инструменты логического анализа	Причинно-следственные диаграммы (диаграммы Исикавы), используемые для выявления причин возникающих несоответствий
	Причинно-количественные диаграммы (диаграммы Парето), используемые для ранжирования по количеству и значимости причины возникновения несоответствий для идентификации и определения наиболее существенных причин несоответствий
	Диаграммы потока (логические блок-схемы), показывающие структуру и последовательность исполнения процесса

Воспроизводимость является одним из наиболее существенных свойств техпроцесса. Основное требование воспроизводимости процесса звучит следующим образом: вновь запускаемый технологический процесс должен быть таким же, как прежде[14].

Воспроизводимым процессом можно назвать такой процесс, который при каждом последующем запуске имеет диапазон параметров, не выходящих за область допуска.

Помимо перечисленных выше показателей технологического процесса возможны и другие, экспертные показатели, подробно отражающие специфичность рассматриваемого процесса. Анализ данных показателей носит название «Метод экспертной оценки качества технологического процесса». Перечень комплексных аттестационных показателей и оцениваемых факторов, применяемых при аттестации технологических процессов (ТП), приведён в таблице 1.4[24].

Таблица 1.4 – Перечень комплексных аттестационных показателей (КАП) и оцениваемых факторов, применяемых при аттестации технологических процессов

Наименование КАП	Состав оцениваемых факторов (параметров, характеристик и т.п.)
Комплексная аттестационная оценка ТП по показателям стабильности качества изготовленной продукции	Наличие зарегистрированных данных (за установленный для их хранения период) о фактических значениях параметров качества продукции, лимитирующих безопасность (данные о выполнении обязательных требований стандартов)
	Состав, структура и характеристики выявленных дефектов и брака продукции (при их наличии)
	Уровень дефективности при производстве продукции
	Уровень сдачи продукции ОТК с первого предъявления, %
	Уровень сдачи продукции заказчику с первого предъявления, % (при наличии приёмки продукции заказчиком)
	Удельный вес возврата изготовленной продукции из сборочных цехов (линий) предприятия, %
	Удельный вес зарекламированной потребителем (заказчиком) продукции, %
	Удельный вес дефектной продукции, выявленной при применении по назначению без оформления рекламаций, %
	Уровень дефектности продукции, %
	Уровень бракованной продукции, %

Наименование КАП	Состав оцениваемых факторов (параметров, характеристик и т.п.)
	Удельный вес потерь производства от брака, рекламаций и исправления в% от объёма выпущенной продукции
	Фактический уровень надёжности продукции по назначению
	Полнота выполнения корректирующих мероприятий по устранению повторяющихся дефектов (при наличии повторяющихся дефектов)
	Уровень дефективности продукции за последние 6 месяцев или после проведения корректирующих мероприятий
Комплексная аттестационная оценка соответствия технологическ ой документации (ТД) установленны м требованиям	Соответствие конструкции и конструкторской документации, используемой при проектировании ТП, требованиям обязательных стандартов и другой действующей нормативной документации
	Комплексность технологической документации по оцениваемому ТП
	Уровень качества нормативно-методического обеспечения проектно-технологических работ
	Проектная оценка достоверности результатов контроля и испытаний по оцениваемому ТП
	Наличие и результаты проектной оценки соответствия технологического маршрута изготовления и контроля
	Наличие и результаты проектной оценки надёжности технологических систем уровня «операция» по особенно ответственным показателям качества изготавливаемой продукции
	Точность и стабильность ТП по всей совокупности заданных в КД показателей качества изготовленной продукции
	Соответствие режимов процессов требованиям к качеству изготавливаемой продукции
	Соответствие ТД возможностям производства (реализуемость ТД)
	Качество оформления ТД
	Наличие и результаты проведения нормоконтроля ТД
Групповая аттестационная оценка соответствия ТП требованиям безопасности труда	Соответствие оцениваемых ТД и ТП требованиям действующей государственной и отраслевой НТД в области охраны труда и техники безопасности
	Уровень соблюдения в производстве правил охраны труда и техники безопасности по видам работ, выполняемых при реализации оцениваемого ТП
	Уровень производственного обучения и инструктажа персонала, реализующего ТП в производстве
	Уровень потенциальной опасности ТП в случае утраты контроля над ТП
	Наличие профессионального отбора и аттестации персонала, занятого на работах с повышенной опасностью
	Использование в составе ТП надёжных сертифицированных средств индивидуальной защиты
	Наличие регистрации и учёта профзаболеваний и несчастных случаев на производстве по видам работ, выполняемых при реализации ТП
	Наличие статистического учёта, контроля и анализа безопасности работ выполняемых в производстве
	Уровень организации рабочих мест, включая обеспеченность санитарно-бытовыми помещениями

Наименование КАП	Состав оцениваемых факторов (параметров, характеристик и т.п.)
	Уровень планирования и контроля системы обеспечения безопасности труда по реализуемым в ТП видам работ
Групповая аттестационная оценка соответствия ТП требованиям охраны окружающей природной среды	Наличие потенциальной опасности для окружающей среды
	Соответствие оцениваемой ТД требованиям действующей государственной и отраслевой НТД в области охраны окружающей среды
	Уровень соблюдения в производстве правил по защите окружающей среды
	Уровень производственного обучения и инструктажа персонала, занятого выполнением работ повышенной опасности для окружающей среды
	Уровень планирования и контроля мероприятий в области обеспечения экологической безопасности производств
	Наличие статистического учёта и анализа экологической безопасности работ
	Уровень содержания и оформления доказательной документации экологической безопасности ТП
Комплексная аттестационная оценка соответствия ТП назначению	Уровень идентификации и прослеживаемости материалов и продукции, предусмотренной в ТП
	Уровень условий реализации ТП в производстве согласно требованиям, установленным в ТД
	Уровень использования методов математического моделирования и вероятностно-статистического анализа при решении задач оценки точности и стабильности ТП
	Уровень использования графо-аналитических методов оценки ТП
	Уровень автоматизации решения задач оценки стабильности и точности ТП
	Уровень автоматизации решения задач управления параметрами ТП, влияющими на показатели качества
	Оценка точности и стабильности ТП по критическим показателям качества
	Оценка точности и стабильности ТП по совокупности заданных показателей качества с использованием расчётного показателя «уровень дефектности»
	Соответствие используемого вспомогательного оборудования, оснастки и инструмента при реализации ТП
	Уровень дефектности основных и вспомогательных материалов и комплектующих изделий
	Соответствие применяемых при реализации ТП методов и средств диагностики, контроля и регулирования параметров ТП
Комплексная аттестационная оценка ТП по показателям производитель ности	Условия перемещения и хранения предметов и средств труда согласно требованиям НД
	Уровень культуры производства и организации рабочих мест
	Уровень проектной производительности ТП относительно базовых (эталонных) ТП
	Использование в производстве расчётных методов оценки производительности
	Уровень фактической производительности относительно проектной

1.2 Современные методы совершенствования технологических процессов производства продукции

Методы и инструменты совершенствования технологических процессов можно разделить на три группы по уровню воздействия на процесс (рисунок 1.1):

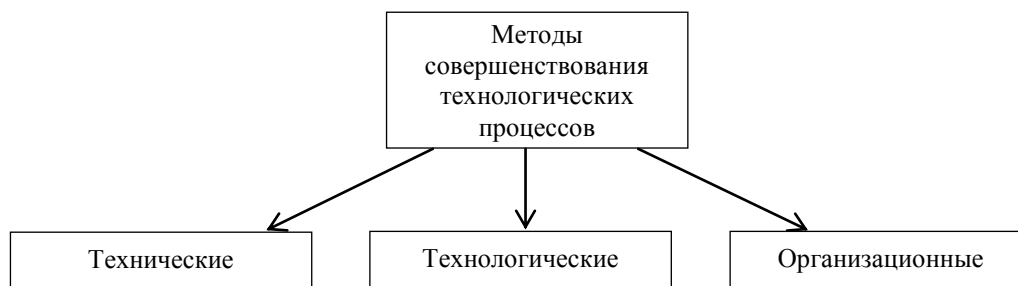


Рисунок 1.1 – Методы совершенствования технологических процессов

Технологические методы представляют собой действия, направленные на перепроектирование технологии изготовления продукции. Данные методы используются, когда технологический процесс по каким-либо причинам больше не может обеспечивать соответствие требованиям потребителя и утрачивает свою актуальность. Изменение технологии производства может быть достигнуто при помощи:

- Создания нового, более оптимального, процесса на базе действующих на предприятии методик изготовления продукции. В данном случае производитель не осуществляет больших финансовых вложений.

- Создания нового процесса с использованием инновационных технологий. В таком случае можно говорить о том, что предприятие переходит на новый уровень развития, однако такой способ совершенствования техпроцессов требует крупных финансовых вложений (на научные исследования или приобретение патентов, а так же на обновление технологического оборудования и т.д.).

Технические методы совершенствования техпроцессов не оказывают кардинального влияния на технологическую цепочку производства продукции, но, тем не менее, позволяют повысить эффективность процесса. Как правило, техническое совершенствование процессов достигается путём приобретения новых моделей оборудования, инструментов и оснастки для производственных линий. Таким образом, можно, не изменяя технологии, достичь улучшения показателей техпроцесса путём повышения производительности труда операторов, снижения дефектности продукции, снижения времени простоя по техническим причинам, сокращения времени технологических операций и т.д.

Организационные методы включают в себя целый комплекс методик и инструментов управления качеством, позволяющих совершенствовать техпроцессы.

На сегодняшний день предприятия автомобилестроения используют методы и инструменты качества на всех этапах производства продукции. Это позволяет решать конкретные проблемы на разных уровнях организации, существенно снизить различные виды потерь, рационализировать все этапы производства, повышать производительность и эффективность деятельности предприятия, повышать качество и рентабельность продукции и, в итоге, достигать максимальной удовлетворённости потребителей.

Современные темпы работы и развития организаций требуют максимально быстрого решения возникающих проблем, и, учитывая большое разнообразие методов и инструментов качества, основная трудность заключается в определении того, какие методы качества будут наиболее эффективны в применении к конкретной организации или этапу создания продукции.

Средства и методы управления качеством, наиболее часто используемые на сегодняшний день предприятиями автомобилестроения представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Средства и методы управления качеством технологических процессов

Название	Сущность метода
Циклы совершенствования	
Цикл PDCA	Цикл PDCA (планирование, действие, контроль, совершенствование) используется как философия работы организации и является основным принципом ISO/TS. Эта методология применяется предприятиями автомобилестроительного сектора на ежедневной основе и определяет шаги, которые необходимо предпринять, чтобы достичь каких-либо улучшений. Цикл PDCA основан на принципе непрерывного совершенствования, который является одной из основ функционирования системы менеджмента качества.
Цикл DMAIC	Это подход к последовательному решению проблем, совершенствованию бизнес-процессов, используемый в управлении производством по методике 6 сигм. DMAIC основан на цикле PDCA, но является более развёрнутым и включает в себя 5 этапов: определение (define), измерение (measure), анализ (analyze), совершенствование (improve) и контроль (control).
Специальные инструменты качества	
Семь базовых инструментов качества	Контрольные листы, гистограммы, диаграммы причинно-следственных связей (диаграммы Исикавы), диаграммы стратификации, диаграммы разброса, диаграммы Парето, контрольные карты. Правильный подход к решению проблем состоит в том, чтобы сначала увидеть, существует ли проблема, используя проверенные данные (контрольный лист), количественно и качественно определить их значимость, а также частоту повторения (гистограммы, диаграммы Парето) и использовать такие инструменты как диаграммы Исикавы, разброса, предназначенные для определения основной причины проблемы.
Семь новых инструментов качества	Семью новыми инструментами качества называют набор полезных инструментов для принятия решений на уровне управления. Они не новы, но их популярность возросла в области техники и производства за последние двадцать лет. Это инструменты планирования, управления и анализа, ориентированные на менеджмент: диаграмма средства, диаграмма связей, древовидная диаграмма, матричный анализ данных, матричная диаграмма, диаграмма программных решений процесса (PDPC, блок–схема процесса принятия решений), стрелочная диаграмма
Методы планирования	
APQP	Перспективное планирование качества продукции. Является методикой планирования, разработки, подготовки производства и производства автомобильного компонента с акцентом на предупреждение ошибок, постоянное улучшение и совершенствование продукции, которая должна соответствовать требованиям потребителя и предвосхищать их.
QFD	Развёртывание функций качества. Ядром этого подхода является диаграмма, называемая «дом качества». Эта методика определяет требования клиентов и обеспечивает дисциплину, чтобы эти требования были включены в дизайн продукта и в процесс планирования. Это сокращает цикл разработки продукта, повышает качество и снижает затраты.
DOE (Планирование эксперимента)	Метод, используемый для оптимизации процесса. Его реализация предполагает сокращение количества испытаний, поэтому разработка продукта может быть организована более экономно

Название	Сущность метода
FMEA (анализ причин и последствий потенциальных отказов)	Систематизированный метод, предназначенный для выявления и оценки потенциального дефекта продукта или отказа процесса и его последствий, а также для определения действий, которые могут снизить вероятность потенциального отказа. Это обязательный инструмент в автомобильной промышленности, помогающий быть в курсе различных сбоев, которые могут возникнуть в любой момент. Цель состоит в том, чтобы учесть три аспекта: серьёзность сбоя, вероятность его наступления, а также возможность его идентификации в процессе. Как только эти аспекты оценены, рассчитывается приоритетное число риска (ПЧР), оцениваемое как умножение трёх аспектов. Если значение ПЧР выше запрошенного изготовителем, предпринимаются действия по его снижению.
План управления (Control plan)	Это документ, используемый для планирования всех элементов управления, которые должны выполняться в производственном процессе, исходя из результатов планирования FMEA.
Методы контроля	
SPC (статистический контроль процессов)	В каждом производственном процессе необходимо знать, до какой степени продукция соответствует установленным требованиям. Необходимо сравнить процесс (изменчивость) и «Голос клиента» (пределы спецификации). Таким образом, изучение изменчивости предоставляет индикаторы, называемые индексами возможностей (Cp, Cpk, Pp, Ppk), которые информируют об уровне соответствия. В статистическом управлении технологическими процессами активно используются контрольные карты и гистограммы, наглядно демонстрирующие тип распределения и стабильность поведения характеристик процесса.
Входной контроль продукции	Позволяет избежать брака по вине поставщиков
Внутренний контроль процессов и продукции	Нужен для того, чтобы минимизировать внутренний брак и исключить поставку бракованной продукции потребителю
Определение KPI (ключевых показателей эффективности)	Ключевые показатели эффективности - это количественные аспекты, отражающие критические факторы. Есть много важных показателей, связанных с качеством. Они определяются на разных стадиях разработки проекта, например, «индикаторы качества поставщиков», такие как соответствие исходных образцов и прототипов по метрическим характеристикам, по составу материалов или требования к системе менеджмента качества поставщиков и т.д. Основная цель данной методики - найти правильные индикаторы для конкретных процессов и методологию, которая поможет идентифицировать эти показатели.
Методы улучшения	
TPM: всеобщее обслуживание оборудования	Метод Всеобщего ухода за оборудованием построен на основе стабилизации и непрерывному улучшению процессов технического обслуживания, системы планово-предупредительного ремонта, работы по принципу «ноль дефектов» и систематического устранения всех источников потерь

Название	Сущность метода
Бенчмаркинг	Анализ компетентности. Это систематический, непрерывный процесс измерения и сравнения для определения «лучших практик» других предприятий для повышения эффективности организации.
Poka Yoke	Система защиты от ошибок, которая помогает предотвратить ошибки от человеческого фактора
8D	Метод, используемый для решения проблем, связанных с клиентом, включающий в себя восемь дисциплин (этапов), используемых для решения проблем. На каждом из этапов используются несколько инструментов сбора и анализа данных, с целью определения основной причины. Включает следующие основные этапы: подготовка, формирование рабочей группы, описание проблемы, определение временных мероприятий, определение коренной причины, выбор и верификация корректирующих действий для коренной причины, внедрение и валидация корректирующих действий, выбор предупреждающих действий, закрытие 8D
Методология «Шести сигм»	Основана на проведении статистической оценки фактов, данных процесса, систематическом поиске и разработке мероприятий по повышению уровня выхода годной продукции, их последовательному внедрению и последующему анализу безошибочности процессов для увеличения удовлетворённости клиентов.

Одним из наиболее современных и перспективных способов совершенствования всех процессов в организации, в том числе и технологических, является применение методологии «Шести сигм». Рассмотрим подробнее данную методологию.

Сигма (σ) – термин, используемый в статистике для обозначения среднеквадратического (стандартного) отклонения, характеризующего величину отклонений (разброс) ряда измерений или результатов процесса. Шесть сигм – степень отклонений ряда измерений, при которой образуются 3,4 дефекта на миллион возможностей. В статистике для оценки степени отклонений ряда измерений или результатов процесса используют 2σ , 3σ , 4σ , 5σ и 6σ .

Цели методологии «6 сигм»:

- стабилизация среднего по контролируемой характеристике относительно целевого значения;
- сокращение разброса значений по контролируемой характеристике.

Число сигм процесса имеет обратную связь с показателем количества дефектной продукции на миллион изделий (PPM), являющимся одним из главных при оценке качества работы производственного предприятия. Взаимосвязь числа сигм и PPM процессов приведены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Взаимосвязь числа сигм и PPM

Число сигм процесса	PPM (сдвиг 1,5 сигм)	Число сигм процесса	PPM (сдвиг 1,5 сигм)	Число сигм процесса	PPM (сдвиг 1,5 сигм)	Число сигм процесса	PPM (сдвиг 1,5 сигм)
6,0	3,4	4,5	1,350,0	3,0	66810,6	1,5	501,350.0
5,9	5,4	4,4	1865,9	2,9	80762,1	1,4	541,693.8
5,8	8,5	4,3	2555,2	2,8	96809,1	1,3	581,814.9
5,7	13,4	4,2	3467,0	2,7	115083,1	1,2	621,378.4
5,6	20,7	4,1	4661,2	2,6	135686,8	1,1	660,082.9
5,5	31,7	4,0	6209,7	2,5	158686,9	1,0	697,672.1
5,4	48,1	3,9	8197,6	2,4	184108,2	0,9	733,944.5
5,3	72,4	3,8	10724,1	2,3	211927,7	0,8	768,760.5
5,2	107,8	3,7	13903,5	2,2	242071,4	0,7	802,048.1
5,1	159,1	3,6	17864,5	2,1	274412,2	0,6	833,804.3
5,0	232,7	3,5	22750,3	2,0	308,770.2	0,5	864,094.8
4,9	337,0	3,4	28717,0	1,9	344,915.3	0,4	893,050.4
4,8	483,5	3,3	35931,1	1,8	382,572.1	0,3	920,860.5
4,7	687,2	3,2	44566,7	1,7	421,427.5	0,2	947,764.9
4,6	967,7	3,1	54801,4	1,6	461,139.8	0,1	974,042.6

На рисунке 1.2 приведены 3 интервала, на которые делят процессы по эффективности и управляемости в зависимости от числа сигм.



Рисунок 1.2 – Виды процессов в зависимости от числа сигм

Эволюция «Шести сигм» началась в конце 1970-х годов на заводе Motorola в Чикаго. Патент на методологию «Шести сигм» принадлежит Биллу Смуту, старшему инженеру Motorola. В 1984 году он обнаружил, что продукты,

которые были произведены с меньшим количеством несоответствий, или те, которые имели меньше различий в их спецификациях во время производства, лучше всего функционировали после доставки потребителю.

Билл Смит и Микель Гарри (на тот момент корпоративный директор и старший член технического персонала Motorola) разработали четырёхэтапный подход к решению проблем - измерение, анализ, улучшение и контроль (MAIC) - для поиска и уменьшения вариаций, чтобы полностью устранить дефекты. Позже, когда был добавлен этап определения, цикл DMAIC (рисунок 1.3) стал стандартной схемой для достижения качества по методике «Шести сигм».



Рисунок 1.3 – Цикл DMAIC

Сущность методики «Шести сигм» и цикла DMAIC можно раскрыть через простейшую математическую функцию $Y=F(X)$, где X – независимая переменная – это фактор или событие, которое вызывает или затрагивает другой связанный фактор или событие, называемое зависимой переменной. Например, длительность шлифования металла – это независимая переменная (X), потому что она влияет на другую переменную, называемую гладкостью поверхности, зависимую переменную (Y). В эксперименте независимую

переменную (X) можно изменять систематическим образом и изучается ее влияние на поведение зависимой (управляемой) переменной (Y). Y также называется выходной переменной.

Результат процесса (Y) является результатом входов процесса или драйверов процесса (X) в рамках процесса.

В теории «Шести сигм» одним из важнейших понятий является вариация процесса. Цель большинства процессов в обрабатывающей промышленности и сфере услуг состоит в том, чтобы производить продукты или услуги, которые практически не имеют вариаций.

Вариация определяется как отсутствие двух одинаковых элементов или услуг. Вариацию также можно определить как степень или диапазон, в пределах которого что-то меняется. Вариация влияет на производительность и стоимость. Высокая степень вариации делает продукты и процессы сложными, непредсказуемыми, ненадёжными. Дефекты, задержки и отклонения (колебания) в системе или процессе вызваны изменением. Наиболее частыми причинами изменения процесса являются износ инструмента, вибрация машины и изменения в оборудовании для поддержания работы. Изменения в составе материала и твёрдости также являются источниками изменения.

Особые причины отклонения процесса - это чрезмерная регулировка машины оператором, ошибка при проведении инспекции, изменение настроек машины или неправильное выравнивание детали до обработки и т.п.

Немаловажным понятием в методике «Шести сигм» является нормальное распределение. Ключевыми моментами теоремы нормального распределения и методики «Шести сигм» являются:

1) при условии использования пределов управления ± 3 -сигма, можно утверждать, что, если процесс не изменился, выборочное среднее выходит за пределы контрольных пределов в среднем всего 0,27% времени. Или же выход процесса на уровне 3 сигмы составляет 99,73%, а доля дефектной продукции составляет 0,27%.

2) 68% значений находятся в пределах одного стандартного отклонения от среднего.

3) 95% значений находятся в пределах двух стандартных отклонений от среднего значения.

4) В общей сложности 99,7% значений находятся в пределах трёх стандартных отклонений от среднего.

В таблице 1.7 приведены основные показатели и формулы для анализа процессов в рамках методики «6 сигм».

Таблица 1.7 – Основные формулы для анализа процесса

Показатель	Комментарии	Формула
Размах значений	Разница между наибольшими и наименьшими значениями в наборе данных.	$R = USL - LSL$
Вариация	Различие значений какого-либо признака у разных единиц совокупности	Для генеральной совокупности: $\sigma^2 = \frac{\sum (x - \mu)^2}{N}$ Для выборки: $S^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}$
Стандартное отклонение	Показатель рассеивания значений случайной величины относительно её математического ожидания	Для генеральной совокупности: σ $= \frac{\sum (x - \mu)^2}{N}$ Для выборки: $S = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}$
Индекс воспроизводимости процесса C_p	Потенциал процесса для двусторонних границ допуска	$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$
Индексы воспроизводимости для одностороннего допуска (C_{pk})	Работоспособность процесса относительно верхней/нижней границы допуска	$C_{pk} = \frac{USL - X_{cp}}{3\sigma}$ $C_{pk} = \frac{X_{cp} - LSL}{3\sigma}$

При $C_p > 1,33$ процесс является воспроизводимым и управляемым, при $C_p = 1,00 \dots 1,33$ – процесс управляемый в отношении воспроизводимости по точности, при условии жёсткого контроля значений контролируемого параметра, при $C_p < 1,00$, процесс считается невоспроизводимым и трудно управляемым.

«Шесть сигм», по своей сути, является процессом обучения и имеет потенциал для содействия организационному развитию. Проект «Шесть сигм» подразумевает обучение, посредством исследования процесса, интегрируя его с целями организации и специфическими знаниями статистики и т. д. «Шесть сигм» интерпретирует эту информацию, чтобы генерировать улучшения посредством действия. На организационном уровне, обмен передовым опытом проектов поднимает обучение на более высокий уровень.

Влияние обучения методике «Шести сигм» на организацию заключается в повышении организационных возможностей предприятия, снабдив его более глубоким пониманием процессов и результатов и позволяя генерировать новые знания и инновации, которые улучшают способность организации реагировать на изменения и новые задачи. Это, фактически, позволяет достичь эффекта более высокого порядка, чем простое улучшение процессов.

2 Анализ технологического процесса производства глушителя на ООО «ФМИС»

2.1 Техничко-экономическая характеристика предприятия

ООО «ФМИС» является частью Группы компаний «Faurecia» - международной компании по производству автокомпонентов. Являясь мировым лидером во всех сферах своей деятельности, Группа предлагает инновационные решения для автомобильных задач. Faurecia работает рука об руку с автопроизводителями, чтобы разрабатывать автомобили, отвечающие всем требованиям по качеству, безопасности и комфорту. Группа «Faurecia» подразделяется по направлениям деятельности на три бизнес-группы:

- Форесия Выхлопные Системы.
- Форесия Детали Интерьера.
- Форесия Автомобильные Сидения.

Faurecia работает в тесном сотрудничестве со своими заказчиками, глобальными партнёрами, такими как Volkswagen, Ford, Renault, Nissan, Peugeot, Citroën, Mitsubishi, GM, Hyundai, Mercedes, а также российским автогигантом АвтоВАЗ.

Штаб-квартира Группы компаний «Faurecia» расположена в г. Нантерр, Франция. Генеральный директор – Ян Делабриер.

На российском рынке, на который «Faurecia» вышла в 2006 году насчитывается 6 производственных площадок: в Калуге, Тольятти, Санкт-Петербурге и Ленинградской области.

В городе Тольятти функционируют два завода Группы «Faurecia»: «Форесия-Аутомотив Девелопмент», занимающийся производством автомобильных сидений, и «Форесия-Металлопродукция Икзост Системс», который является объектом исследования данной работы.

Завод «Форесия-Металлопродукция Икзост Системс» («ФМИС») осуществляет деятельность по проектированию и производству выхлопных систем.

Полное и сокращённое название предприятия: общество с ограниченной ответственностью "Форесия Металлопродукция Икзост Системс", ООО «ФМИС» (англ. – «Faurecia Metalloprodukcja Exhaust Systems LLC», «FMES LLC»).

Организационно-правовая форма:

- по ОКОПФ код 12300 – общество с ограниченной ответственностью;

Форма собственности:

- по ОКФС код 23 – собственность иностранных юридических лиц;

- по ОКОГУ код 4210011 – хозяйственные общества и товарищества с участием иностранных юридических и (или) физических лиц, а так же лиц без гражданства.

Уставный капитал: 900000000 рублей.

Генеральный Директор: Тиаго Блаттнер Подольски.

Краткая история развития «ФМИС» отражена в таблице 2.1:

Таблица 2.1 –Краткая история развития «ФМИС»

Дата	Событие
2009 г.	Создание совместного предприятия Форесия - Выхлопные системы и Металлопродукция – Тольятти
2011 г.	Начало производства для Maniverter на совместном предприятии Форесия - Выхлопные системы и Металлопродукция – Тольятти
2012 г.	Начало производства в Тольятти для Nissan и АвтоВАЗ
2014 г.	Переезд «ФМИС-Тольятти» на большую площадку
февраль 2017 г.	Группа Форесия-Выхлопные Системы приняла важное решение об изменении стратегии и названия. Так появилась новая группа под названием «Форесия Экологичные Автомобильные Решения» (англ. – «Faurecia Clean Mobility»), частью которой является завод «ФМИС»

Юридический адрес и фактическое место нахождения предприятия: 445000 Российская Федерация, Самарская область, г. Тольятти, ул. Коммунальная, 40.

Сведения об учредителях (участниках) ООО «ФМИС» представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Сведения об учредителях (участниках) юридического лица

Полное наименование	«Форесия-Металлопродукция Холдинг»
Страна происхождения	Франция
Дата регистрации	03.08.2009
Наименование регистрирующего органа	Канцелярия коммерческого суда г. Нантерр
Адрес (место нахождения) в стране Происхождения	92000 г. Нантерр, улица Эннап, 2
Номинальная стоимость доли (в рублях)	90000000
Размер доли (в процентах)	100

Сведения о видах экономической деятельности по Общероссийскому классификатору видов экономической деятельности [18] представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Сведения о видах экономической деятельности по Общероссийскому классификатору видов экономической деятельности

Код	Наименование вида деятельности
Сведения об основном виде деятельности	
34.40	Производство частей и принадлежностей автомобилей и их двигателей
Сведения о дополнительных видах деятельности	
29.32	Производство прочих комплектующих и принадлежностей для автотранспортных средств
45.3	Торговля автомобильными деталями, узлами и принадлежностями
71.20.4	Испытания, исследования и анализ целостных механических и электрических систем, энергетическое обследование
72.19	Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук

Компания «ФМИС» в своей работе ориентируется на принципы корпоративной социальной ответственности и партнёрских отношений с потребителями и поставщиками. На заводе «ФМИС», как и во всей бизнес-группе «Faurecia», действует Этический кодекс, основанный на соглашениях Международной организации труда (ILO). Он состоит из восьми частей: уважение к закону, запрет на использование детского труда, ликвидация всех форм принудительного труда, уважение к окружающей среде, содействие охране здоровья и безопасности на рабочем месте, свобода выражения мнений

и социальный диалог, равенство в обращении и ликвидация дискриминации, этика и правила делового поведения, с акцентом на борьбу с коррупцией.

Общая культура ООО «ФМИС» основывается на нескольких составляющих, отражённых на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Основы общей культуры деятельности ООО «ФМИС»

Организационная структура управления «ФМИС» представлена на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 – Организационная структура управления ООО «ФМИС»

Основные технико-экономические показатели деятельности ООО «ФМИС» за 2014-2016гг. приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Основные экономические показатели деятельности предприятия за 2014-2016 гг.

Показатели	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Изменение					
				2014-2015гг.		2015-2016гг.		2014-2016г.г.	
				Абс. изм (+/-)	Темп прироста, %	Абс. изм (+/-)	Темп прироста, %	Абс. изм (+/-)	Темп прироста, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Выручка, тыс. руб.	110500 3,00	1286836, 00	1420343, 00	181833, 00	16,46	133507, 00	10,37	315340, 00	28,54
Себестоимость продаж, тыс. руб.	966546, 00	1200058, 00	1305730, 00	233512, 00	24,16	105672, 00	8,81	339184, 00	35,09
Валовая прибыль (убыток), тыс. руб.	138457, 00	86778,00	114613,0 0	- 51679,0 0	-37,32	27835,0 0	32,08	- 23844,0 0	-17,22
Управленческие расходы, тыс. руб.	31582,0 0	34419,00	73387,00	2837,00	8,98	38968,0 0	113,22	41805,0 0	132,37
Коммерческие расходы, тыс. руб.	0,00	0,00	9337,00	0,00	-	9337,00	-	9337,00	-
Прибыль (убыток) от продаж, тыс. руб.	106875, 00	52359,00	31889,00	- 54516,0 0	-51,01	- 20470,0 0	-39,10	- 74986,0 0	-70,16
Чистая прибыль, тыс. руб.	39531,0 0	-1647,00	-9342,00	-41178	- 104,16	-7695	-467,21	-48873	-123,63
Основные средства, тыс. руб.	142625, 00	150256,0 0	571504,0 0	7631,00	5,35	421248, 00	280,35	428879, 00	300,70
Оборотные активы, тыс. руб.	475395, 00	429728,0 0	570651,0 0	- 45667,0 0	-9,61	140923, 00	32,79	95256,0 0	20,04
Численность ППП, чел.	165,00	187,00	154,00	22,00	13,33	-33,00	-17,65	-11,00	-6,67
Фонд оплаты труда ППП, тыс. руб.	54148,0 0	71589,00	64124,00	17441,0 0	32,21	- 7465,00	-13,79	9976,00	18,42
Производительность труда работающего, тыс. руб.	6696,99	6881,48	9223,01	184,49	2,75	2341,53	34,03	2526,02	37,72
Среднегодовая заработная плата работающего, тыс. руб.	27,35	31,90	34,70	4,55	16,66	2,80	10,23	7,35	26,88
Фондоотдача	7,75	8,56	2,49	0,82	10,54	-6,08	-70,98	-5,26	-67,92
Оборачиваемость активов, раз	2,32	2,99	2,49	0,67	28,83	-0,51	-16,88	0,16	7,08
Рентабельность продаж, %	3,58	-0,13	-6,58	-3,71	- 103,58	-6,45	5039,36	-10,16	-283,87
Рентабельность производства, %	11,06	4,36	2,44	-6,69	-60,54	-1,92	-44,02	-8,62	-77,91
Затраты на рубль выручки, коп	90,33	95,93	97,75	5,60	6,20	1,82	1,90	7,43	8,22

Проанализировав таблицу 2.4, можно сделать следующие выводы:

1. Выручка от продаж возрастала в течение рассматриваемых трёх лет, что видно по графику динамики выручки, представленном на рисунке 2.3.

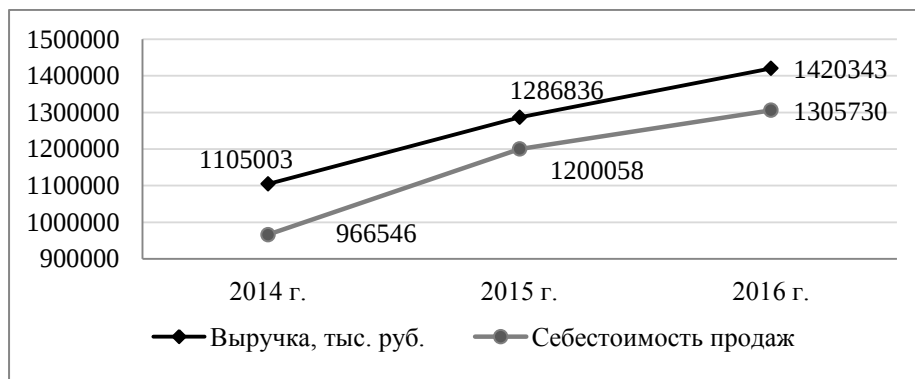


Рисунок 2.3 – Динамика выручки и себестоимости продаж ООО «ФМИС» за 2014-2016 гг.

2. Несмотря на рост выручки, валовая прибыль предприятия в 2015 году уменьшилась на 51679 тыс. руб. по сравнению с предыдущим годом, а за 2016 год возросла до 114613 тыс. руб., но, тем не менее, осталась ниже, чем по итогам 2014 года. В результате, за 2014-2016 гг., темп прироста составил -17%. Такая динамика связана с увеличением темпа прироста себестоимости продаж (рисунок 2.1).

3. Прибыль от продаж также имела отрицательную динамику, выраженную в снижении темпа прироста данного показателя до -70% за 2014-2016 гг. Это связано с ростом управленческих расходов на 2837 тыс. руб. и 38968 тыс. за руб. за 2015 и 2016 годы соответственно.

4. Коммерческие расходы, имевшие нулевое значение в 2014 и 2015 годах, по итогам 2016 года возросли до 9337 тыс. руб., что также повлияло на снижение прибыли от продаж.

5. Чистая прибыль существенно ниже прибыли от продаж (рисунок 2.4), что говорит о большом количестве таких расходов, как, например, выплат по кредиторской задолженности и т.д. Сумма чистой прибыли снижается в течение всего периода, а в 2015 и 2016 годах имеет отрицательное значение,

что говорит о снижении эффективности деятельности компании в данный период.

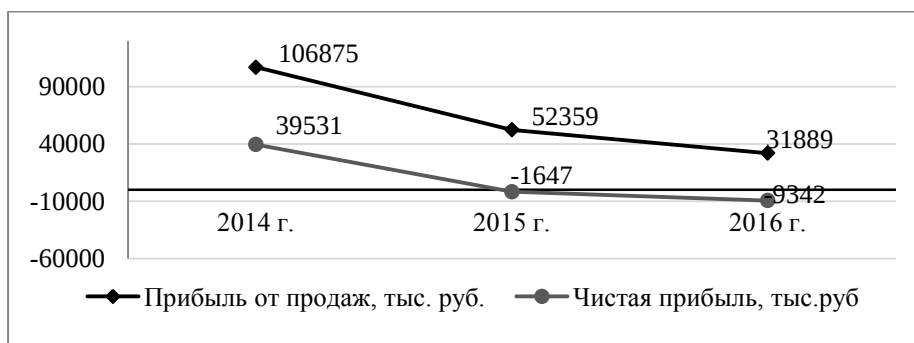


Рисунок 2.4 – Динамика чистой прибыли и прибыли от продаж ООО «ФМИС» за 2014-2016 гг.

6. Рост основных средств и оборотных активов по итогам периода составил 428879 тыс. руб. и 92556 тыс. руб. соответственно.

Рост основных средств говорит о том, что предприятием ООО «ФМИС» были осуществлены долгосрочные финансовые вложения (в производственное оборудование, оснащение лабораторий и прочее), а рост оборотных активов является следствием расширения деятельности предприятия.

7. За период 2014-2016 гг. наблюдалось снижение рентабельности производства и продаж (рисунок 2.5), причём в 2015 и 2016 гг. рентабельность продаж имела отрицательное значение.

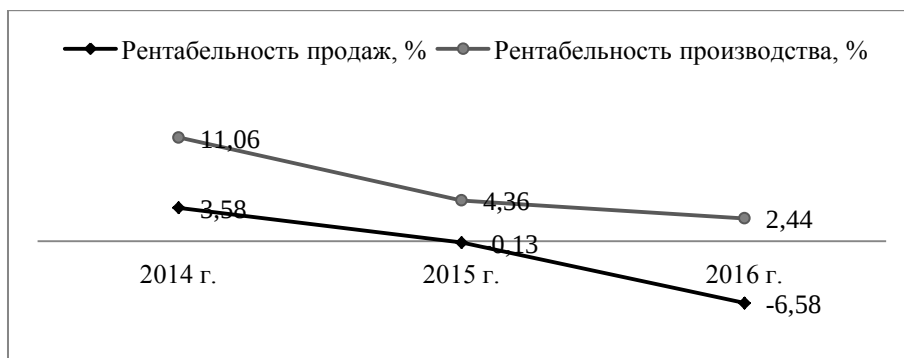


Рисунок 2.5 – Динамика рентабельности производства и продаж ООО «ФМИС» за 2014-2016 гг.

8. Коэффициент оборачиваемости активов, показывающий количество денежных единиц реализованной продукции, которые принесла каждая денежная единица активов, за данный период имел как положительную, так и отрицательную динамику (рисунок 2.6). Так, в 2015 году показатель вырос на 0,67 ед., однако, в 2016 снизился на 0,51 ед.

9. Показатель фондоотдачи, как и оборачиваемость активов, в период 2014-2016гг. имел различную динамику (рисунок 2.6). Однако, по итогам 2016 года, было выявлено резкое снижение фондоотдачи на 6,08 единиц, и, к концу периода, снижение составило 5,26 единиц. Это говорит об уменьшении эффективности использования основных производственных фондов предприятия.

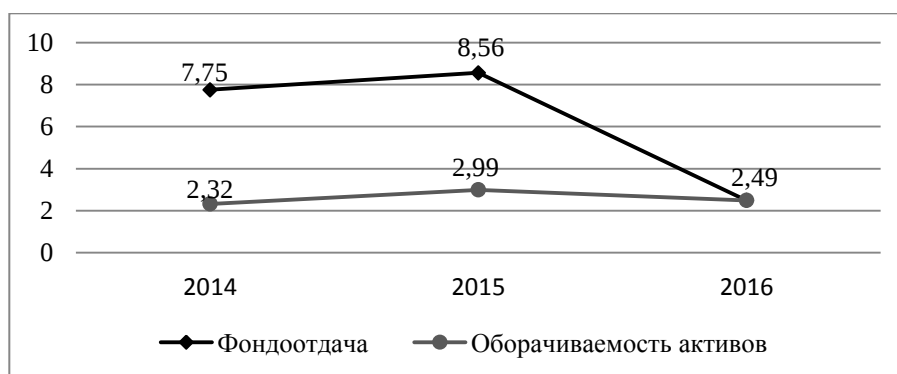


Рисунок 2.6 – Динамика фондоотдачи и оборачиваемости активов ООО «ФМИС» за 2014-2016 гг.

10. Численность персонала на предприятии в 2015 году возросла на 22 человека по сравнению с предыдущим годом, а в 2016 году снизилась до 154 человек, что в результате дало уменьшение числа персонала на 11 человек по итогам рассматриваемого периода. Данные изменения связаны с пересмотром структуры предприятия с целью увеличения эффективности производственной деятельности. Так же следует отметить, что на предприятии действует специфическая система найма персонала, при которой ряд сотрудников нанимается на условиях временного договора, что влияет на уровень текучести кадров.

11. Немаловажным положительным моментом является то, что производительность труда работников ООО «ФМИС» возросла с 6696 тыс. рублей в 2014 году до 9223 тыс. рублей в 2016 году. Среднегодовая заработная плата сотрудников возрастала с каждым годом в течение рассматриваемого периода и в 2016 году составила 34700 рублей на человека, что значительно выше среднего уровня оплаты труда рабочих по Самарской области.

Таким образом, можно сделать вывод, что за период 2014 – 2016гг. на предприятии ООО «ФМИС» наблюдались как положительные, так и отрицательные результаты производственно-экономической деятельности. Снижение ряда показателей эффективности деятельности частично обусловлено тем, что рассматриваемый период пришёлся на снижение уровня экономического развития страны и кризисные явления в политической сфере, повлёкшие за собой резкое снижение курса национальной валюты по отношению к доллару и вынесение санкций, влияющих на работу промышленных предприятий. Однако, значительного улучшения показателей и совершенствования деятельности организации можно достичь и при помощи внутренних ресурсов, пересмотрении систем управления и принятия решений, а так же посредством увеличения вовлеченности персонала в производственно-экономическую деятельность организации, тем самым снизив влияние негативных внешних факторов.

Большую роль в совершенствовании работы предприятия и увеличении эффективности деятельности играет правильно организованная и функционирующая система менеджмента качества, представляющая собой совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, необходимых для общего руководства качеством.

На ООО «ФМИС» действует интегрированная система менеджмента качества, основой которой являются стандарты, указанные в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Перечень стандартов, составляющих интегрированную систему менеджмента качества ООО «ФМИС»

Номер стандарта	Название стандарта
Международные стандарты	
ISO/TS16949:2009	«Системы менеджмента качества. Частные требования по применению ISO 9001:2008 для производства автомобилей и комплектующих»
ISO 14001:2004	«Системы экологического менеджмента»
Внутренние стандарты предприятия (в составе стандарта FAU-C-LSG-0001 «Группа Форесия. Руководство по системам менеджмента»)	
FAU-S-PSG-5006	«Основы методологии 5S»
FAU-S-PSG-0650	«Рока Yoke и тестеры»
FAU-S-PSG-0620	«Процедуры самоконтроля и stop defect»
FAU-P-LSC-5800	«Основы сохранения здоровья и окружающей среды»
FAU-S-PSG-0630	«1-ая ОК деталь»
FAU-S-PSG-0630	«Процедура доработки под контролем»
FAU-S-PSG-0660	«Красные корзины»
FAU-S-LSG-5420	«Быстрая реакция на проблемы качества (QRCI)»
FAU-S-PSG-0661	«12 вопросов финального контроля»
FAU-S-PSG-0610	«10 вопросов Временной Стены Качества»
FIS-S-DSE-1001	«Форесия Выхлопные Системы. Процесс FMEA»
FAU-S-PSG-9012	«План управления»
FAU-S-DSG-3530	«Управление ключевыми характеристиками»
FAU-S-DSG-6030	«Форесия Выхлопные Системы. Процедура PPAP»
FAU-S-DSG-6220	«Форесия Выхлопные Системы. Процедура APQP»

Политика в области качества на ООО «Форесия-Металлопродукция Икзост Системс» звучит следующим образом: «Обеспечивать заказчика высококачественной, инновационной продукцией, которая соответствует его требованиям и законодательству РФ; превосходить ожидания заказчика в сервисе и технических решениях[19, с. 3]»

На рисунке 2.7 отражены основы функционирования системы менеджмента качества (СМК) ООО «ФМИС». Как видно из рисунка, фундаментом для работы СМК является партнёрство с поставщиками, внутренняя работа организована согласно «7 основам качества», функционирование которых поддерживается системой 5S с особым акцентом на стандартизацию всех видов деятельности.

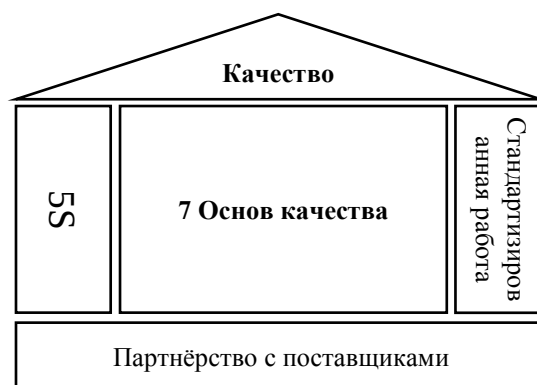


Рисунок 2.7 – Основы функционирования системы менеджмента качества
ООО «ФМИС»

Особое внимание следует уделить «7 Основам качества». Данная система действует на всех предприятиях Группы «Faurecia», в том числе и на ООО «ФМИС», и была разработана с учётом особенностей деятельности данной компании. В «7 основ качества входят» Faurecia 1 ОК изделие, PokaYoke, самоконтроль, финальный контроль, красные корзины, доработка под контролем и QRCI (таблица 2.6).

Таблица 2.6 – 7 Основ качества ООО «ФМИС»

Наименование	Краткое содержание
1.ОК 1-ое изделие	ОК 1-ая деталь гарантирует, что следующие 4 условия были выполнены: - линия готова к началу работы, согласно инструкции по запуску линии; - детали изготавливаются в нормальных производственных условиях; - детали проверяются на окончательном контроле, согласно инструкции по контролю; - ОК 1-ая деталь размещена в специальной зоне на линии. Если хотя бы одно из этих 4х условий не выполнено, линия не должна быть запущена. Процесс запуска детально описывает проверку и валидацию следующих обязательных правил: HSE, 5s, поливалентность, Poka-Yoke, тестеры, красные корзины, доработка под контролем, настройка параметров оборудования.
2. Poka-Yoke	- Надёжное устройство защиты от ошибок. Регулярная проверка работоспособности Poka-Yoke - Каждый Poka-Yoke имеет сопроводительный лист. - Каждое рабочее место с Poka-Yoke идентифицировано зелёной/красной биркой.
3. Самоконтроль	- Основное правило: оператор должен остановиться при обнаружении первого дефекта! - Передавать только годные детали на следующее рабочее место

Наименование	Краткое содержание
4.Финальный контроль/Временная стена качества	Дополнительная гарантия поставки качественной продукции заказчику. Оператор финального контроля: - работает на последней операции перед заказчиком; - знает, что проверять (контрольные точки, порядок проверки) Временная стена качества перед запуском нового производства или по решению руководства.
5.Красные корзины	Определение: Несоответствующая деталь (бракованная) - это деталь, которая не соответствует спецификации по геометрии или визуально, и поэтому перемещена в красную корзину / красную стойку. Обнаружение несоответствующей продукции: 1.Положить деталь в красную корзину для брака или на красную стойку (для собранных деталей). Отметить все дефекты маркером или специальными стикерами. 2.Если достигнут порог по stop defect - остановить выполнение операции, известить бригадира / мастера, открыть QRCI на линии. 3.Выяснить являются ли другие детали подозрительными. 4.Дефекты должны быть зафиксированы на каждом рабочем месте сразу же после их обнаружения.
6. Доработка под контролем	- Всем понятный и определённый поток негодных деталей. Подходящие инструкции и оборудование. - Инструкции по доработке доступны. - Отдельный поток деталей для доработки. - Доработанные детали проверены перед возвращением на линию.
7.QRCI. Быстрая реакция на проблемы качества	- Решение различных вопросов на уровне бригады. - Анализ проблем непосредственно на месте (производственный участок). - Определение сроков выполнения и ответственных специалистов.

Так же немаловажным является принцип 5S: сортировать, «свои места для всего», содержать в чистоте, стандартизировать, совершенствовать (рисунок 2.8).

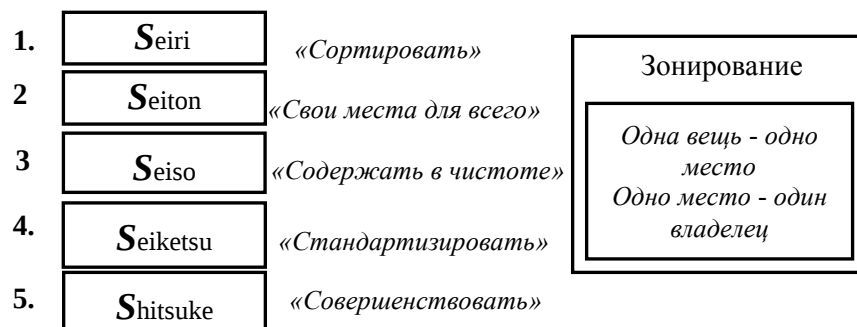


Рисунок 2.8—принцип 5S ООО «ФМИС»

Помимо методики 5S, на ООО «ФМИС» используются такие элементы бережливого производства, как:

- Постоянное улучшение (Kaizen).

Все сотрудники компании вовлечены в достижение целей по постоянному улучшению, благодаря чему достигается синергетический эффект.

- Система Канбан, способствующая уменьшению потерь, излишних складских запасов, перепроизводства.

- TPM – всеобщее предупредительное обслуживание оборудования.

- Andon – система информирования о возникающих проблемах. На каждой производственной линии ООО «ФМИС» установлен пульт для немедленного информирования специалистов определённых подразделений о возникшей проблеме. Информация с пульта поступает на экран, установленный в офисном помещении в зоне видимости специалистов подразделений, участвующих в системе Andon.

- Выстраивание потока, устраняющее различные виды потерь.

- JIT (Точно в срок), обеспечивающий поставку такого количества компонентов, которые необходимы потребителю в данный момент.

Наряду с вышеперечисленными методиками и инструментами, также используются 6 процедур, являющихся обязательными в рамках стандарта ISO 16949:2009, действующего на ООО «ФМИС»: APQP (перспективное планирование качества продукции и план управления), MSA (анализ измерительных систем), FMEA (анализ причин и последствий потенциальных отказов), SPC (статистическое управление процессами), PPAP (процедура одобрения производства автомобильных компонентов) и QSA (оценка систем качества).

Также на ООО «ФМИС» используется методика 8D, позволяющая решать проблемы по качеству производственных процессов аналитическим и методологическим путём

2.2 Анализ показателей качества и описание технологического процесса производства основного глушителя.

Для выявления наиболее проблемного технологического процесса на ООО «ФМИС», требуется поэтапное рассмотрение различных показателей качества. Так, в таблице 2.7 представлены данные по количеству бракованных изделий по линиям за период с 11.2016 г. – 04.2017 г, которые позволяют проанализировать долю брака по каждой линии в общей сумме дефектной продукции по предприятию.

Таблица 2.7. – Данные по количеству бракованных изделий за период с 11.2016г. по 04.2017 г.

Производственная линия	Число бракованных изделий за период, штук	Доля от общего числа, %
Bending line	3365	36,70%
Welding line	163	1,78%
Catbody line/GM	24	0,27%
H-Wender line	572	6,24%
Manifold	430	4,69%
Muffler line	4211	45,93%
Niva line	3	0,03%
Maniverter/2180 UFC	399	4,35%
Итого	9169	100,00%

Рассмотрев данные таблицы, можно сделать вывод, что наибольшее количество бракованных изделий приходится на линию производства глушителей (Muffler line) и линию гибки труб (Bending line).

Ключевым фактором в оценке и выявлении проблемных областей на предприятии является сумма финансовых потерь от брака, которые представляют собой себестоимость продукции, которая была списана по причине несоответствия требованиям качества. В таблице 2.8 приведены данные по сумме бракованной продукции по линиям в рублях.

Таблица 2.8 – Стоимость списанной бракованной продукции за период с 01.2017 г. по 05.2017 г.

Производственная линия	Сумма брака, руб.	Доля брака в сумме продаж, %	Доля в общей сумме брака, %	Доля в общей сумме брака нарастающим итогом, %
Muffler line	731 463,24	0,0954	46,09	46,09
Bending line	487 179,55	0,0635	30,70	76,79
H-Wender line	225 290,28	0,0294	14,20	90,98
Manifold	98 853,27	0,0129	6,23	97,21
Welding line	25 247,52	0,0033	1,59	98,80
Catbody line/GM	12 748,76	0,0017	0,80	99,61
Maniverter/2180 UFC	4 726,98	0,0006	0,30	99,90
Niva line	1 520,00	0,0002	0,10	100,00
Общая сумма брака	1 587 029,60			
Общая сумма продаж	766 948 940,62			

На основе данных таблицы 2.8 построена диаграмма Парето, наглядно демонстрирующая, какие производственные линии являются главными источниками потерь от брака. (рисунок 2.9).

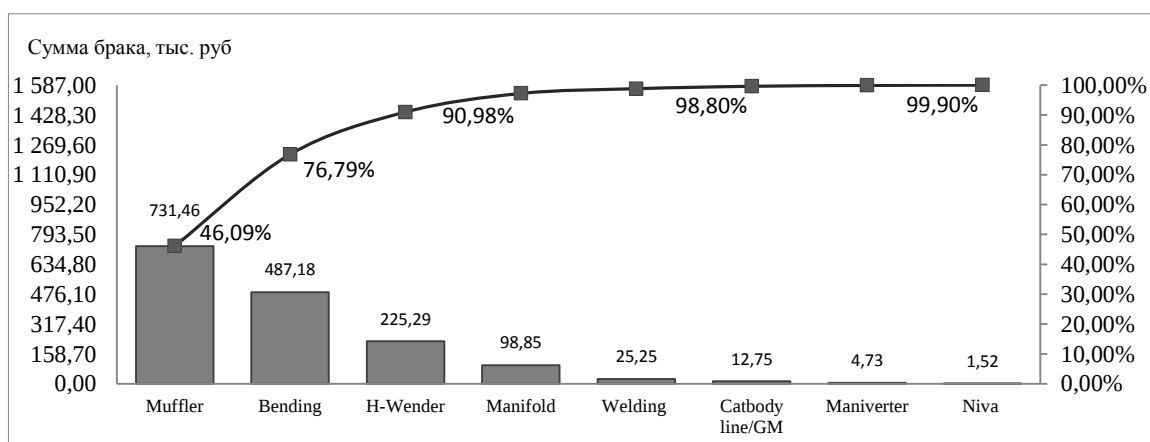


Рисунок 2.9 – Диаграмма Парето по числу бракованных изделий ООО «ФМИС» за период 01.2017 г. по 05.2017 г.

Проанализировав диаграмму на рисунке 2.9, можно сделать вывод, что производственными линиями, приносящими наибольшие потери от брака (76,79%) являются: линия производства глушителей (Muffler line) и линия гибки труб (Bending line). Так же следует отметить, что линия производства

глушителей лидирует как по числу бракованных изделий, так и по финансовым потерям от брака.

На линии Muffler производятся основные и дополнительные глушители для конкретных проектов (2180 VESTA, Lada 4x4, B-cars, Datsun, Granta/Kalina, K4M, PQ26, Priora и C520), которые в дальнейшем поставляются на линию сборки, наряду с другими компонентами, и становятся частью выхлопных систем, поставляемых потребителю. В таблице 2.9 отражена информация статистики по браку за рассматриваемый период по каждому из проектов, позволяющая выявить конкретный вид продукции с наибольшими потерями от брака.

Таблица 2.9 – Потери от брака на линии Muffler за период 01.2017 г. – 05.2017г.

Проект	Число бракованных изделий по проекту, штук	Сумма потерь от брака, руб.	Доля от суммы потерь
2180 VESTA	870	94504,96	12,92%
Lada4x4	432	49521,98	6,77%
B-cars	203	29815,97	4,08%
Datsun	282	38837,95	5,31%
Granta/Kalina	63	10164,74	1,39%
K4M	355	31510,85	4,31%
PQ26	1451	533604,00	45,61%
Priora	125	44180,85	6,04%
C520	430	99321,94	13,58%
Итого	4211	731463,24	100%

Таким образом, исходя из данных таблицы 2.9, следует вывод, что проект «PQ26» приносит наибольшие потери от брака. Объектом производства в данном проекте является задний глушитель (основной). Данное изделие является частью системы снижения шума, схематично изображённой на рисунке А1 в приложении А. Задний глушитель (основной) служит для того, чтобы уменьшить уровень шума и токсичность выхлопных газов, увеличить эффективность работы двигателя и снизить расход топлива.

При изготовлении данного компонента на ООО «ФМИС» используется последовательно-параллельный тип производства. Схема технологического процесса в виде карты потока создания изделия приведена в приложении Б

данной работы. Рассматриваемый технологический процесс состоит из семи технологических операций, выполняемых четырьмя операторами. По завершению последней операции – проверки герметичности, выполняется ещё одна операция, являющаяся требованием системы менеджмента качества ООО «ФМИС» - финальный контроль.

Рассмотрим данные статистики по браку по проекту «PQ26» за период с 01.2017 по 05.2017 (таблица 2.10)

Таблица 2.10 – Данные статистики по браку ООО «ФМИС» по проекту «PQ26» на линии Muffler за период с 01.2017 по 05.2017

Код дефекта	Количество дефектных изделий, штук	Сумма потерь от брака, руб.	Доля в сумме потерь от брака, %
5003 Дефект запрессовки	89	11549,77	3,5%
5004 Утечка	155	19199,15	5,8%
5006 Трещина	99	1654,75	0,5%
5010 Дефект сварки	53	10559,94	3,2%
5013 Дефект закатки	352	63192,38	18,9%
5016 Настройка оборудования	41	6708,94	2,0%
5018 Брак поставщика	5	6749,87	2,0%
5024 Резка	213	19756,24	5,9%
5026 Деформация по вине производства	10	1170,89	0,4%
5009 NOK Геометрия	392	185353,57	55,6%
5038 Разрыв	20	2952,88	0,9%
5039 NOK отверстие	7	1917,83	0,6%
5042 Настройка тылового упора	14	2837,79	0,9%
Итого	1451	333604,00	100,0%

Как видно из таблицы 2.10, наибольшие потери от брака (55,6% от общей суммы потерь от брака по проекту) возникают по причине дефекта «5009 Геометрия». В данном процессе, под несоответствующей геометрией изделия понимается выход конкретных количественных параметров изделия за пределы границ допуска.

Данные параметры являются принципиально важными, поскольку от точности соблюдения данных размерностей в дальнейшем зависит качество

сборки всей выхлопной системы. Значения параметров получают путём непосредственных замеров в ходе технологического процесса.

Перечень параметров и границы допусков, установленные на них, содержатся в таблице 2.11.

Таблица 2.11–Параметры для замеров в ходе технологического процесса производства основного глушителя

Номер операции, на которой производится замер	№ параметра	Контролируемый параметр	Значение ОК
20	1	Длина корпуса	$500,0 \pm 1,2$ мм
60	2	Калибровка входной трубы	$40,3 + 0,4$ мм
	3	Калибровка выходной трубы	$46,2 + 0,4$ мм
	4	Выступление входной трубы	$7,0 \pm 0,7$ мм
	5	Выступление входной трубы	$7,0 \pm 0,7$ мм

Замеры параметра под номером 1, производятся на основе информации, указанной в рабочей инструкции (приложение В) без фиксирования информации о полученных значениях. Фактические показатели замеров параметров под номерами 2, 3, 4 и 5 фиксируются на бумажном носителе (приложение В) и, при условии попадания значений в поле допуска, отправляются в архив. Таким образом, для данного технологического процесса не производится статистический анализ, несмотря на то, что инструменты статистического управления процессами (SPC) используются на предприятии в рамках обязательных требований стандарта ISO 16949:2009.

Для более детального изучения проблем техпроцесса производства глушителя, следует провести его статистический анализ по основным показателям качества.

Для оценки соответствия ключевых размерностей (таблица 2.11) были произведены замеры параметров в течение семи рабочих дней по программе, указанной в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Программа замеров ключевых параметров изделия «основной глушитель»

Время замера	Место проведения замера	Число измеряемых деталей, штук	Оборудование
Начало смены	Линия Muffler, операции 60, 20	3	Штангенциркуль ЦИ 0-800мм/0,01мм,
В конце каждого часа смены	Линия Muffler, операции 60, 20	1	Штангенциркуль ЦИ 0-800мм/0,01мм
Конец смены	Линия Muffler, операция 60, 20	3	Штангенциркуль ЦИ 0-800мм/0,01мм

На операции 20 был замерен параметр «длина корпуса». Результаты измерений приведены в приложении Г в таблице Г1. Важность данного параметра заключается в его влиянии на качество сборки системы, а так же на соответствие размера выхлопной системы требованиям заказчика.

На данный параметр установлен ряд нормативов, указанных в таблице 2.13.

Таблица 2.13 – Требования к параметру «длина корпуса»

Границы спецификации	Номинальное значение	Ширина поля допуска на параметр
Верхняя – 501,2 мм;	500,00 мм	2,40 мм
Нижняя – 498,8 мм		

По результатам измерений не были выявлены несоответствия, все значения находятся в пределах поля допуска. На рисунке 2.10 отображена гистограмма распределения значений измеряемого параметра.

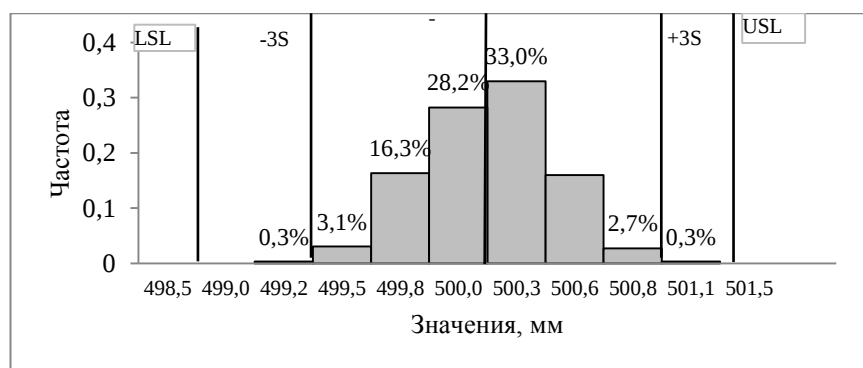


Рисунок 2.10 – Гистограмма разброса значений параметра «длина корпуса»

Анализируя данную гистограмму, можно сделать вывод, что распределение значений параметра близко к нормальному. В таблице 2.14 указаны полученные значения показателей процесса по рассматриваемому параметру.

Таблица 2.14 – Фактические значения показателей процесса по параметру «длина корпуса»

Среднее значение	Среднеквадратичное отклонение значений параметра	Индексы пригодности процесса
500,02 мм	0,299 мм	Ср = 1,338
		Срк для левого поля допуска = 1,36
		Срк для правого поля допуска = 1,316

Исходя из значений индексов Ср и Срк, больших единицы, можно сделать вывод о пригодности процесса по данному параметру.

Далее рассматриваются результаты замеров параметров «калибровка входной трубы» и «калибровка выходной трубы», приведённых в таблицах Г2 и Г3 в приложении Г. Ключевое значение данных параметров заключается в их влиянии на качество сборки выхлопной системы, а именно на показатель герметичности глушителя и качество сварных швов при сборке.

Требованиями параметру «калибровка входной трубы» указаны в таблице 2.15.

Таблица 2.15 – Требования к параметрам «калибровка входной трубы»

Границы спецификации	Номинальное значение	Ширина поля допуска на параметр
Верхняя – 40,7 мм;	40,5 мм	0,40 мм
Нижняя – 40,3 мм		

На рисунке 2.11 приведена гистограмма разброса значений параметра «калибровка входной трубы».

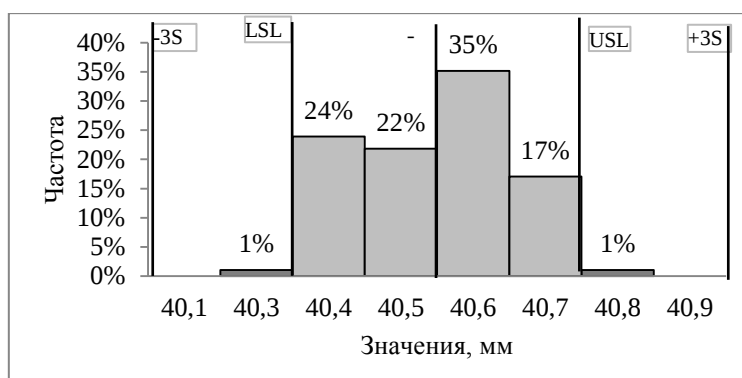


Рисунок 2.11 – Гистограмма разброса значений параметра «калибровка входной трубы»

Из рисунка 2.11 видно, что несколько значений параметра находятся за пределами контрольных границ, т. е. в ходе измерений были обнаружены дефектные изделия. Фактически полученные показатели процесса по параметру «калибровка входной трубы» указаны в таблице 2.16.

Таблица 2.16 – Фактические значения показателей процесса по параметру «калибровка входной трубы»

Среднее значение	Среднеквадратичное отклонение значений параметра	Индексы пригодности процесса
40,501 мм	0,109 мм	Ср = 0,71;
		Срк для левого поля допуска = 0,71;
		Срк для правого поля допуска = 0,7.

То, что полученные значения индексов меньше единицы, свидетельствуют о том, что в процессе имеются несоответствия, влияющие на данный параметр, что приводит к большому риску возникновения дефектов.

Карта средних значений, отображённая на рисунке 2.12, подтверждает наличие особой причины: большинство точек расположены слишком близко к среднему значению, а значения 6, 7, 8 и 16 выборок резко отклоняются от данной тенденции.

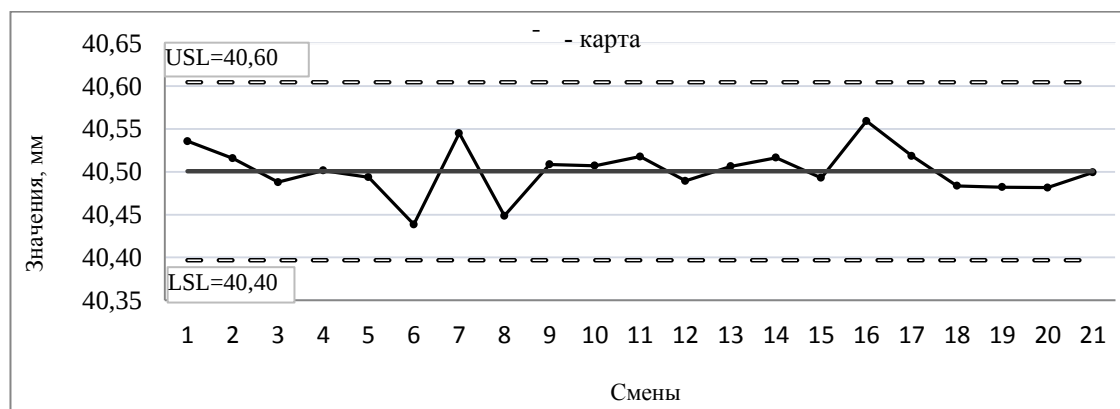


Рисунок 2.12 – Карта средних для параметра «калибровка входной трубы»

На рисунке 2.13 отображена карта размахов для параметра «калибровка входной трубы», которая показывает динамику размахов полученных значений.

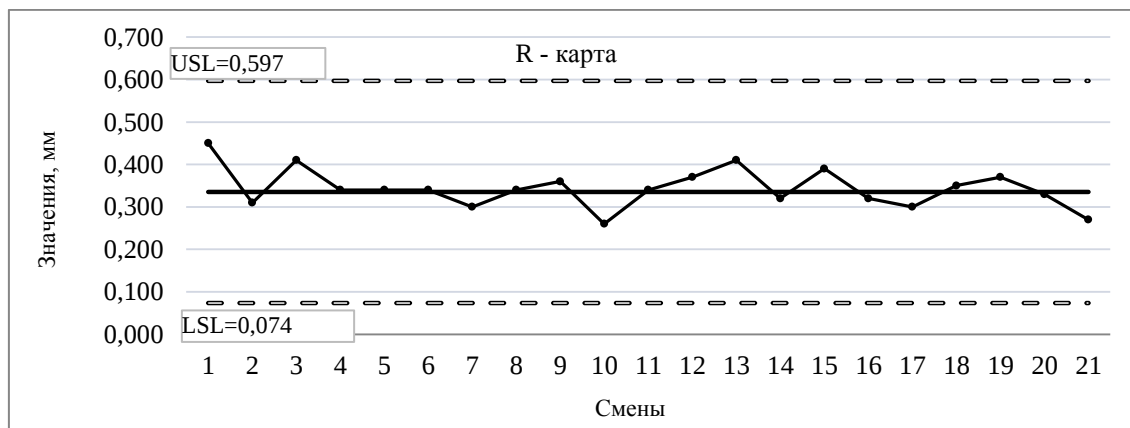


Рисунок 2.13 – Карта размахов для параметра «калибровка входной трубы»

На параметр «калибровка выходной трубы» также установлен ряд нормативов (таблица 2.17).

Таблица 2.17 – Требования к параметру «калибровка выходной трубы»

Границы спецификации	Номинальное значение	Ширина поля допуска на параметр
Верхняя – 46,6 мм	46,4 мм	0,40 мм
Нижняя – 46,2 мм		

В таблице 2.18 приведены показатели процесса по параметру «калибровка выходной трубы»

Таблица 2.18 – Фактические значения показателей процесса по параметру «калибровка выходной трубы»

Среднее значение	Среднеквадратичное отклонение значений параметра	Индексы пригодности процесса
46,39 мм	0,072 мм	Ср = 0,92;
		Срк для левого поля допуска = 0,91;
		Срк для правого поля допуска = 0,92.

Индексы Ср и Срк имеют значения меньше 1, что говорит о том, что некоторые значения параметра процесса выходят за пределы границ спецификации, что видно на рисунке 2.14.

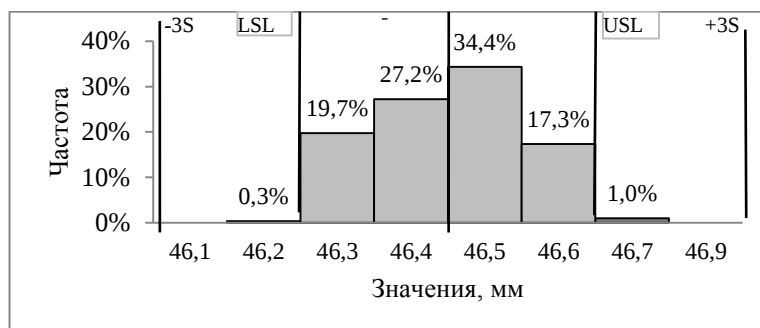


Рисунок 2.14 – Гистограмма разброса значений параметра «калибровка выходной трубы»

На карте средних значений, изображённой на рисунке 2.15, имеются несколько серий точек, которые расположены по одну сторону от средней линии. Однако, значения, выходящие за контрольные границы, не были выявлены, что говорит о своевременном реагировании на возникшие несоответствия.

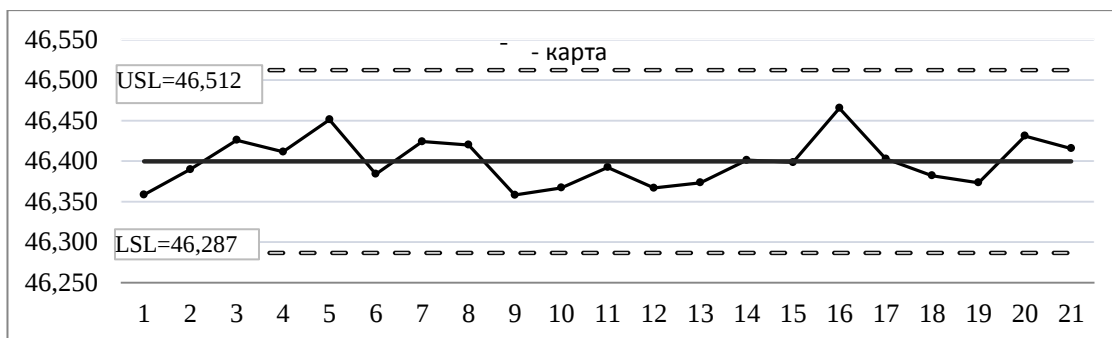


Рисунок 2.15 – Карта средних для параметра «калибровка выходной трубы»

На рисунке 2.16 показана карта размахов рассматриваемого параметра, на которой так же не выявлены критические несоответствия.

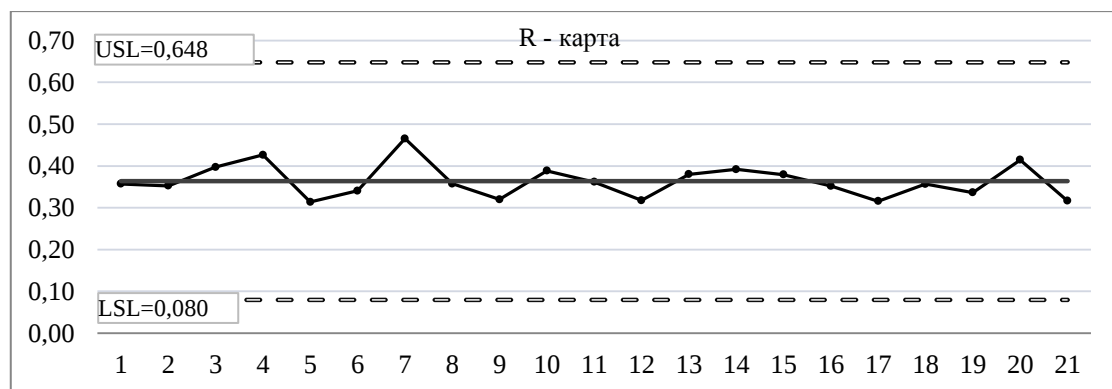


Рисунок 2.16 – Карта размахов для параметра «калибровка выходной трубы»

Следующие рассматриваемые параметры – «выступление входной и выходной трубы», результаты замеров которых представлены в таблицах Г4 и

Г5 в приложении Г. Значимость данных параметров обуславливается их существенным влиянием на качество сварного шва при сборке системы выпуска выхлопных газов. Несоответствие параметров требованиям может привести к нарушению герметичности глушителя, прожогу металла при сварке, а так же сделать невозможным сборку системы. Требования к данным параметрам отражены в таблице 2.19.

Таблица 2.19 – Требования к параметрам «выступление входной трубы» и «выступление выходной трубы»

Границы спецификации	Номинальное значение	Ширина поля допуска на параметр
Верхняя – 7,7 мм	7,00 мм	1,4 мм
Нижняя – 6,3 мм		

На рисунке 2.17 изображена гистограмма разброса значений параметра «выступление входной трубы» за рассматриваемый период.

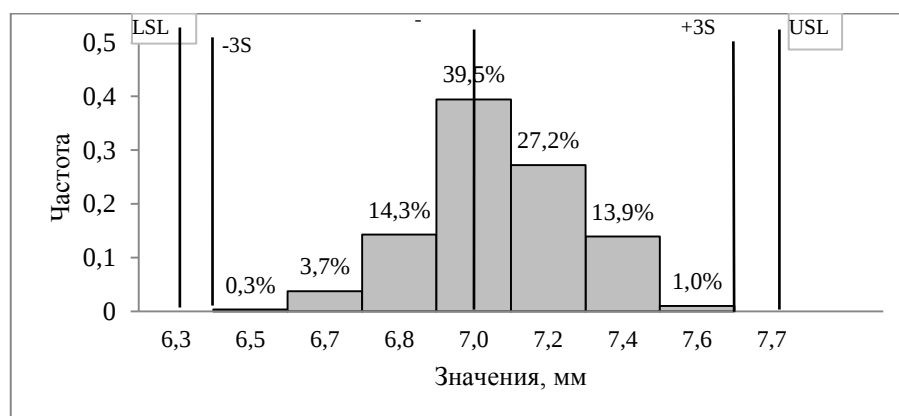


Рисунок 2.17 – Гистограмма разброса значений параметра «выступление входной трубы»

Как видно из рисунка 2.17, распределение значений параметров близко к нормальному. Фактические значения показателей процесса по параметру «выступление входной трубы» приведены в таблице 2.20.

Таблица 2.20 – Фактические значения показателей процесса

Среднее значение	Среднеквадратичное отклонение значений параметра	Индексы пригодности процесса
6,99 мм	0,18 мм	Ср = 1,31;
		Срк для левого поля допуска = 1,30;
		Срк для правого поля допуска = 1,32.

Полученные значения индексов являются приемлемыми, и говорят о том, что значения рассматриваемого параметра процесса не приближаются к пограничным, что снижает риск возникновения несоответствующих единиц продукции.

Однако, в ходе замеров смежного параметра – «выступление выходной трубы», были выявлены дефектные изделия, что можно увидеть на диаграмме, приведённой на рисунке 2.18. Несмотря на то, что гистограмма имеет вид, близкий к нормальному распределению, слишком сильный разброс значений привёл к выходу некоторых из них за границы спецификации параметра.

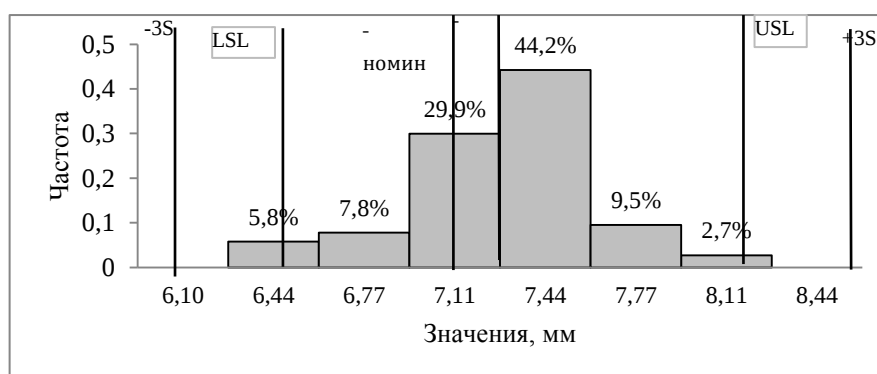


Рисунок 2.18 – Гистограмма разброса значений параметра «выступление выходной трубы»

Фактически полученные значения показателей процесса по параметру «выступление выходной трубы» приведены в таблице 2.21.

Таблица 2.21 – Фактические значения показателей процесса по параметру «выступление выходной трубы»

Среднее значение	Среднеквадратичное отклонение значений параметра	Индексы пригодности процесса
7,11 мм	0,33 мм	$C_p = 0,69$; C_{pk} для левого поля допуска = 0,80; C_{pk} для правого поля допуска = 0,59.

Полученные значения индексов являются неприемлемыми и подтверждают наличие дефектных изделий. Так же, исходя из данных значений, можно сделать вывод, что процесс смещён вправо относительно центра поля допуска.

На карте средних значений, которая отображена на рисунке 2.19, можно проследить неравномерное распределение значений. Однако критические значения, выходящие за контрольные границы, не были выявлены, что говорит о том, что были своевременно предприняты действия, минимизирующие число бракованной продукции.

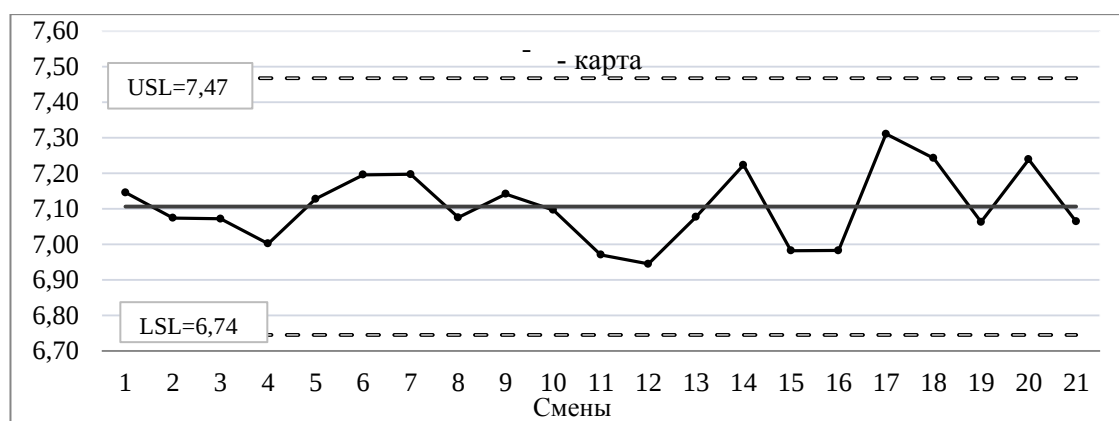


Рисунок 2.19 – Карта средних значений для параметра «выступление выходной трубы»

На карте размахов, приведённой на рисунке 2.20, присутствуют резкие колебания значений в сторону нижней границы.

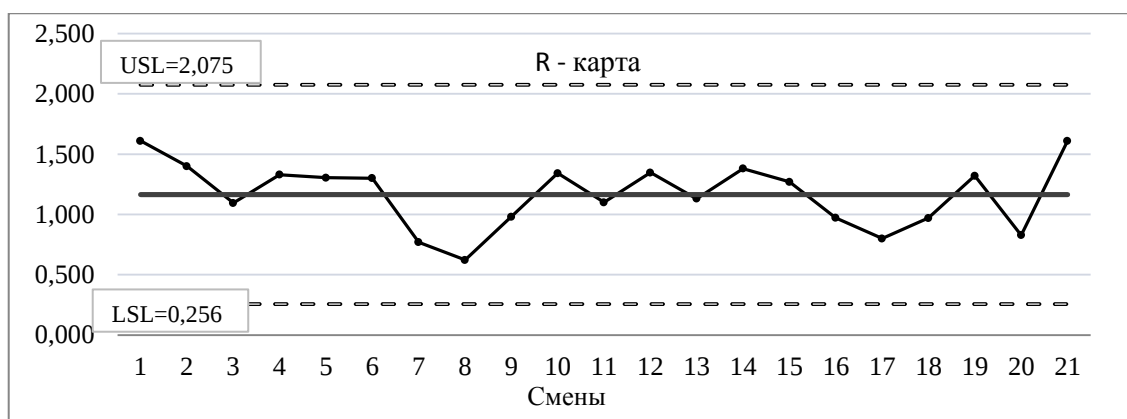


Рисунок 2.20 – Карта размахов для параметра «выступление выходной трубы»

Таким образом, в результате проведённых измерений были выявлены несоответствия таких параметров как: «калибровка входной трубы», «калибровка выходной трубы» и «выступление выходной трубы». Стоит отметить что параметр «выступление выходной трубы» является наиболее проблемным (индекс $C_p=0,69$). Для выявления причины возникновения брака по данному параметру требуется провести более детальный анализ с помощью диаграммы Исикавы (рисунок 2.21).

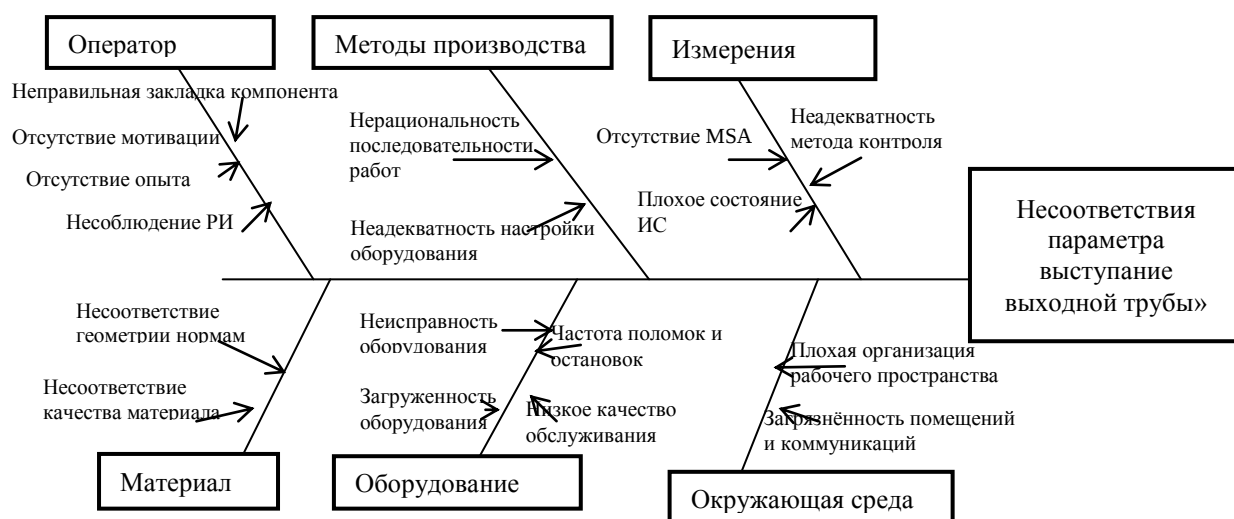


Рисунок 2.21 – Диаграмма Исикавы «Возможные причины возникновения несоответствий по параметру «выступление выходной трубы»

На диаграмме Исикавы отображены все возможные причины, которые приводят к возникновению несоответствий по данному параметру. Чтобы выявить наиболее вероятную причину, анализируются данные диаграммы по возможности возникновения и степени влияния на проблему. В таблице 2.22 отражена балльная оценка данных характеристик. Баллы выставлены исходя из непосредственного наблюдения и оценки состояния процесса на месте возможного возникновения проблемы, по шкале от 0 (возникновение/влияние исключено) до 5 (возникновение наиболее вероятно/влияние максимально).

Таблица 2.22 – Оценка влияния возможных причин несоответствий на рассматриваемый параметр

Причина		Возможность возникновения, баллы	Влияние на проблему, баллы	Итог, баллы
Материал	Несоответствие качества материала	2	5	10
	Несоответствие геометрии нормам	4	5	20
Оборудование	Загруженность оборудования	0	1	0
	Неисправность оборудования	1	5	5
	Низкое качество обслуживания	2	3	6
	Частота поломок и остановок	2	1	2
Окружающая среда	Загрязнённость помещений и коммуникаций	0	4	0
	Плохая организация рабочего пространства	2	4	8
Измерения	Неадекватность метода контроля	0	5	0
	Отсутствие MSA	0	4	0
	Плохое состояние измерительной системы	0	4	0
Методы производства	Нерациональность последовательности работ	0	3	0
	Неадекватность настройки оборудования	2	5	10
Оператор	Неправильная закладка компонента	2	5	10
	Отсутствие мотивации	2	3	6
	Отсутствие опыта	2	4	8
	Несоблюдение рабочей инструкции	2	4	8

Как видно из таблицы 2.22, наиболее вероятной причиной дефекта является: несоответствие геометрии материала. Под материалом в данном случае понимаются готовые трубы, поставляемые на ООО «ФМИС». Именно от

длины данных труб в большей степени зависит рассматриваемый параметр. Для уточнения влияния данной причины на возникновение несоответствий были произведены замеры выборки (30 деталей) из последней поступившей на ООО «ФМИС» партии труб. Выявлено, что значения параметра «длина трубы» имеют слишком большой разброс. Результаты замеров длины труб и гистограмма распределения значений приведены в приложении Д.

Таким образом, можно сделать вывод, что основной причиной возникновения несоответствий рассматриваемого параметра является слишком большой размах вариации значений длины поставляемых труб.

Следует отметить, что при производстве основного глушителя для проекта «PQ 26» за рассматриваемые период было неоднократно достигнуто ограничение по «stop defect», т.е. открыты несколько QRCI на линии с целью оперативного решения возникших проблем. Данные по QRCI за период с 01.2017 по 05.2017 приведены в таблице 2.23.

Таблица 2.23 – Данные по QRCI » по проекту «PQ26» на линии Muffler за период с 01.2017 по 05.2017

№	Дата	Место возникновения проблемы	Описание проблемы	QRCI закрыт?
1	16.01.17	Операция 10	Разрыв металла	Да
2	24.01.17	Операция 10	Замятие пуклевки	Да
3	30.01.17	Операция.50	Трещина на доньшке	Нет
4	6.02.17	Операция.30	Нет замка	Да
5	28.02.17	Операция 60	NOK Раздача	Нет
6	2.03.17	Операция 30	NOK усилие запрессовки	Да
7	6.03.17	Операция 60	NOK Геометрия	Нет
8	15.03.17	Операция.30	Замятие детали	Да
9	22.03.17	Операция 60	NOK Раздача	Да
10	15.04.17	Операция 70	Утечка	Да
11	25.04.17	Операция 70	Утечка (повторное)	Да
12	27.04.17	Операция 10	NOK Закатка	Да
13	11.05.17	Операция 60	NOK Геометрия (повторное)	Нет
14	24.05.17	Операция 60	NOK Раздача (повторное)	Да

Из таблицы 2.23 видно, что за рассматриваемый период были открыты 14 QRCI на линии. Из них 3 были открыты повторно, что говорит о

неэффективности корректирующих действий, и 4 QRCI не были закрыты из-за не выявленной причины возникновения дефекта.

Таким образом, во 2 разделе работы была проанализирована деятельность ООО «ФМИС». По результатам анализа можно сделать вывод, что данное предприятие, как часть крупной международной компании Faurescia, имеет современную развитую систему функционирования и управления различными ресурсами. На ООО «ФМИС» используются множество средств, методик и инструментов управления, позволяющих эффективно организовывать производственно-экономическую деятельность.

Несмотря на это, на предприятии присутствуют «проблемные области». Так, в ходе анализа, был выявлен технологический процесс, на котором потери от брака являются наибольшими – процесс производства основного глушителя. Детальный анализ качества данного процесса позволил сделать следующие выводы:

- для рассматриваемого техпроцесса не проводится статистический анализ данных, что снижает эффективность управления качеством данного процесса;
- имеют место повторяющиеся время от времени дефекты, о чем свидетельствуют повторно открытые QRCI на линии. Это говорит о низкой эффективности некоторых корректирующих и предупреждающих действий;
- дефекты появляются под влиянием множества различных факторов, что затрудняет выявление и оперативное устранение причин несоответствий (подтверждается 3-мя незакрытыми QRCI за рассматриваемый период).

Из вышесказанного следует вывод, что действующая система оперативного реагирования и улучшения процесса QRCI не даёт должного эффекта в технологическом процессе производства основного глушителя. Следовательно, в дополнение к существующей процедуре быстрого реагирования на проблемы качества, требуется применение комплексной методики, позволяющей решать проблемы различного происхождения с помощью углублённого анализа процесса.

3 Разработка мероприятий по совершенствованию технологического процесса производства продукции на ООО «ФМИС»

3.1 Разработка мероприятий по совершенствованию технологического процесса производства основного глушителя

В результате анализа был определён технологический процесс ООО «ФМИС», который несёт наибольшие потери от брака – процесс производства основного глушителя. По итогам детального рассмотрения данного процесса были выявлены такие проблемы, как отсутствие статистического анализа данных по процессу, наличие повторяющихся время от времени проблем, а так же влияние множества факторов на возникновение несоответствий. Все это приводит к затруднённости оперативного реагирования на возникающие проблемы, что говорит о необходимости внедрения комплексной методики для более глубокого анализа процесса. Одним из наиболее эффективных современных способов совершенствования процессов является внедрение методологии «Шести сигм», основанной на статистическом анализе процесса с целью повышения выхода годной продукции.

Целесообразность внедрения методологии «Шести сигм» обусловлена рядом её преимуществ, таких как:

- применение статистических методов контроля, позволяющих с большой точностью оценивать динамику ключевых показателей качества по процессу, что упрощает поиск наиболее эффективных корректирующих действий;
- поэтапное решение проблем на основе командной работы, более полное использование человеческого фактора путём создания инфраструктуры, включающей подготовленных специалистов с повышенной мотивацией;
- ориентация на конечный финансовый результат;
- совершенствование процесса не только на оперативном, но и на стратегическом уровне.

Рассмотрим внедрение методологии «Шести сигм» на предприятии ООО «ФМИС».

В таблице 3.1 приведён план внедрения методологии, содержащий основные этапы внедрения методологии «Шести сигм» на ООО «ФМИС».

Таблица 3.1 - План внедрения методологии «Шести сигм» на ООО «ФМИС»

Этап внедрения	Содержание этапа	Длительность
Подготовительный этап	Ознакомительная лекция для сотрудников предприятия.	3 дня
	Семинар для высшего руководства и руководителей подразделений.	
Выбор проекта	Анализ текущего состояния деятельности предприятия.	5 дней
	Ранжирование процессов по критериям эффективности, числу бракованной продукции, потерям от брака, и выбор процесса для реализации проекта «Шести сигм».	
Предпроектная подготовка сотрудников	Обучение ключевого функционально персонала методам, используемым в проекте «Шести сигм», и их рациональному комплексному применению с целью совершенствования выбранного процесса, а так же формирование у специалистов нового взгляда на процесс через призму методологии «Шести сигм»	25 дней
Реализация проекта	Стадия 1. Определение - Определение требований потребителя с помощью QFD (в случае отсутствия QFD); - Формулировка проблемы, возникающей в процессе; - Постановка целей; - Определение ключевых параметров процесса; - Разработка положения о проекте; - Разработка плана проекта.	4 месяца
	Стадия 2. Измерение - Разработка плана сбора данных; - MSA анализ (при необходимости) - Сбор данных по ключевым параметрам процесса; - Построение контрольных карт, гистограмм распределения значений параметров; - Расчёт индексов пригодности, а так же PPM	
	Стадия 3. Анализ - Определение и анализ причин отклонений и несоответствий; - Проведение дополнительных экспериментов и/или замеров для подтверждения выявленных причин несоответствий в рассматриваемом процессе; - Определение приоритетности корректирующих действий	

Этап внедрения	Содержание этапа	Длительность
	Стадия 4. Совершенствование - Разработка инструментов и операций, защищающих от ошибок; - Разработка методов оптимизации процесса; - Выявление барьеров, препятствующих осуществлению улучшающих действий; - Разработка предупреждающих действий, направленных на устранение барьеров; - Сравнение показателей процесса до и после внедрения улучшений и предварительная оценка эффективности улучшающих действий.	
	Стадия 5. Контроль - Разработка плана непрерывного контроля процесса; - Проведение аудита процесса (после стабилизации процесса); - Оценка фактически полученного экономического результата; - Документирование нерешённых проблем (при их наличии); - Оформление данных по проекту в единую базу и внесение её в информационную систему предприятия; - Подготовка заключительного отчёта о проделанной работе и презентация его заинтересованным сторонам.	
Послепроектный период	Распространение методологии на другие процессы в организации	Не ограничен

Целью первого, подготовительного этапа является ознакомление сотрудников организации с сущностью и спецификой методологии «Шести сигм» и целью её внедрения, формирование у руководства компании чёткого представления о методологии и первоначальных специальных навыков.

На данном этапе проводится вводная лекция и презентация для сотрудников компании, раскрывающая особенности методологии и цель её внедрения на предприятии ООО «ФМИС». В ходе лекции обязательно должна быть оглашена текущая проблема предприятия, которая послужила причиной для инициативы внедрения методологии «Шести сигм». Также должны быть изложены перспективы данного мероприятия и ориентировочные роли сотрудников каждого уровня в будущем проекте.

Длительность лекции – 2 часа. В лекции принимают участие высшее руководство, руководители подразделений, мастера, бригадиры и операторы линии Muffler.

Далее должен быть проведён семинар для высшего руководства и менеджеров, в ходе которого осуществляется более подробное изучение особенностей методологии. Особое внимание уделяется формированию у участников семинара навыков по отбору проектов для внедрения (с учётом показателей эффективности инвестиционных вложений), по оценке процессов через призму «Шести сигм», а также по отслеживанию эффективности и результативности проекта на всех его стадиях. Длительность семинара – 2 дня.

Участниками семинара выступают: генеральный директор, директор завода, руководитель по производственным процессам и продуктивности, руководитель по качеству.

На втором этапе (выбора проекта) основной составляющей является выбор процесса, в котором внедрение методики «Шести сигм» будет наиболее целесообразно. В качестве целевого процесса следует выбирать наиболее «проблемный», решение в котором заранее не известно. Для удобства принятия решения потенциальные проекты по совершенствованию каких-либо процессов, для которых может быть внедрена методика, ранжируются по таким критериям, как:

- доля несоответствующей продукции в общем числе брака по предприятию;
- потери (например, финансовые от бракованной продукции или потери производительности из-за простоев по вине качества);
- по уровню сложности выявления коренных причин проблем (внедрение «Шести сигм» целесообразно только в тех случаях, когда решение проблемы не является очевидным и требует дополнительного углублённого анализа).

Важно отметить, что проект должен соответствовать следующим критериям:

- проект должен быть направлен на решение существенной для предприятия проблемы;
- цели проекта должны быть согласованы со стратегическими целями организации;
- локальность характера проблемы;
- решение проблемы должно приводить к реальному экономическому эффекту;
- в проекте должна быть возможность измерения количественных показателей;
- должна быть перспектива повышения удовлетворённости потребителей по результатам проекта;
- процесс, выбранный для проекта внедрения методики, должен быть управляем.

Предпроектная подготовка сотрудников, являющаяся третьим этапом внедрения методологии, подразумевает отбор и обучение ключевого функционального персонала для их дальнейшего участия в реализации проекта «Шести сигм». Ключевыми функциональным персоналом являются специалисты различных подразделений, каждый из которых обладает определёнными полномочиями и обязанностями в проекте внедрения методики «6 сигм». Степень участия каждого из специалистов определяется его уровнем компетентности и владения методикой.

Перечень требований к персоналу и балльная оценка компетентности от 0 (навык не требуется) до 3 (требуется высокий уровень владения навыком) приведены в таблице 3.2. Данные требования разработаны согласно стандарту внедрения методологии «Шести сигм» и являются основными критериями при отборе персонала для участия в проекте внедрения методологии. То есть, проанализировав таблицу 3.2, можно сделать вывод, что для проекта внедрения отбираются наиболее опытные и ценные сотрудники организации [4].

Таблица 3.2 – Необходимый минимум компетентности персонала для участия в проекте внедрения «Шести сигм»

Навыки	Оценка компетентности			
	Мастер «чёрного пояса»	Специалисты «чёрного пояса»	Специалисты «зелёного пояса»	Специалисты «жёлтого пояса»
Восприятие изменений в бизнес среде	3	2	1	1
Компьютерная грамотность	3	3	1	1
Ориентированность на потребителя	3	3	3	3
Навыки межличностного общения	3	3	2	1
Мотивационные навыки	3	3	2	1
Математическая грамотность	3	2	1	1
Навыки решения практических задач	3	2	3	1
Умение выполнения презентаций	3	3	2	0
Опыт улучшений процессов	3	2	1	0
Навыки управления процессом	3	3	2	0
Навыки управления проектом	3	3	2	0
Ориентированность на результат	3	3	2	2
Знание методов методологии «Шести сигм»	3	2	1	1
Статистические навыки	3	2	1	0
Навыки использования статистического программного обеспечения	3	3	1	0

Исходя из данных критериев, для внедрения проекта «Шести сигм» были отобраны специалисты различных подразделений, участвующих в управлении и реализации технологического процесса производства глушителя на ООО «ФМИС». Так же для участия в проекте привлекаются работники на должности «лидер», «спонсор проекта» и «менеджер по внедрению». Основные обязанности участников проекта приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Участники проекта по внедрению методики «Шести сигм»

Наименование должности в проекте	Должность сотрудника в «ФМИС»	Основные обязанности
Лидер	Директор завода	- Определение стратегии внедрения методологии «Шести сигм»; - Постановка и продвижение целей предприятия, связанных с функционированием методологии.
Менеджер по внедрению	Начальник производства	- Продвижение внедрения методологии; - Определение области применения методологии и численности специалистов в проекте; - Предоставление руководству отчетов о ходе проекта; - Управление объектом внедрения - техпроцессом; - Участие в оценках контрольных точек проекта.
Спонсор проекта	Руководитель по производственным процессам и продуктивности	- Поддержка выдвинутого проекта; - Обеспечение ресурсами, которые требуются специалистам «чёрного пояса» для выполнения проекта; - Устранение барьеров при реализации; - Участие в оценке промежуточных результатов проекта; - Обеспечение полного соответствия всем рекомендациям проекта «Шести сигм»; - Обеспечение и поддержка улучшений.
Мастер «чёрного пояса»	Внешний консультант	- Коучинг и сопровождение специалистов «чёрного пояса» в применении «Шести сигм»; - Помощь специалистам «чёрного пояса» в выборе и применении различных методов; - Постоянное обеспечение и поддержка выдвинутых и принятых улучшений; - Консультирование участников проекта по статистическим методам; - Помощь в анализе проекта по контрольным точкам; - Обеспечение обучения по вопросам использования методов методологии «Шести сигм» для специалистов «чёрного» и «зелёного» поясов; - Руководство проектом по улучшениям в соответствии с требованиями.
Специалисты «чёрного пояса»	Инженеры по качеству	- Идентификация возможностей улучшения (совместно с другими участниками); - Поддержание проекта по улучшению; - Помощь специалистам «зелёного пояса» в применении DMAIC; - Предоставление данных по выполненным работам для анализа проекта в контрольных точках.
Специалисты «зелёного пояса»	Мастера линии Muffler	- Обеспечение достижения организацией ожидаемых преимуществ от внедрения проекта; - Идентификация возможностей улучшения процесса; - Коучинг операторов линии Muffler.
Специалисты «жёлтого пояса»	Операторы и бригадиры линии Muffler	- Поиск возможностей улучшения процесса; - Правдоподобное изложение требуемой информации о ходе процесса и возникающих проблемах; - Содействие внедрению мероприятий по улучшению.

Непосредственное выполнение проекта по улучшению происходит на четвёртом этапе в соответствии с циклом DMAIC: определение, измерение, анализ, совершенствование, контроль.

Целью стадии «определения» является постановка и конкретизация целей и области применения проекта с двух сторон: производственной и финансовой.

Также важным моментом является формулировка проблемы, которая должна быть кратко изложена и донесена до всех участников проекта.

Так, для процесса, рассматриваемого в рамках данной работы, формулировка проблемы может звучать следующим образом: «Уровень брака в технологическом процессе производства основного глушителя (линия Muffler) превышает допустимый по итогам периода с 11.2016 г. по 04.2017. В ходе процесса, возникают дефекты, выявление причин которых на оперативном уровне вызывает затруднения».

Исходя из сформулированной проблемы, осуществляется постановка цели по принципу SMART: конкретность, измеримость, достижимость, актуальность и ограниченность по времени.

Таблица 3.4 – Содержание выходов стадии «определения»

Выход стадии «определение»	Содержание «выхода»
План проекта	Диаграмма Ганта по проекту
	Описание процедур оценки в контрольных точках проекта
	Структура разбивки работ
	Перечень необходимых ресурсов
Положение о проекте	Формулировка и описание проблемы
	Формулировка цели и задач для её достижения
	Область применения проекта
	Показатели эффективности проекта
	Прогнозируемые выгодные и кризисные моменты проекта
	Ключевые стадии, этапы проекта и ожидаемые результаты
	Перечень и описание рисков проекта
	Оценка затрат проекта
	Информация о процессе (карта процесса, показатели процесса)

Так же, в ходе первой стадии, необходимо определиться с ориентировочными сроками реализации проекта.

Помимо вышеперечисленного, на данной стадии должны быть определены параметры, которые в последствии будут подвергаться измерению.

На выходе первой стадии должны быть получены план проекта и положение о проекте, содержание которых, указано в таблице 3.4.

Далее следует стадия «Измерение», целью которой является разработка плана сбора данных, анализ оценок показателей процесса, которые в дальнейшем будут служить основой для проверки эффективности внедрённых решений.

На данной стадии происходит сбор данных о переменных величинах, влияющих на проблему: характеристик процесса и технологических возможностей. Так же, при необходимости, следует провести MSA анализ для гарантии точности измерений.

Замер характеристик процесса следует начинать с анализа документации. Для определения характеристик процесса, сначала необходимо просмотреть письменные процедуры, рабочие инструкции, блок-схемы и записи о качестве. Затем создаётся план измерений для каждой характеристики процесса, в котором перечисляются все шаги действия процесса измерения.

Характеристики процесса включают следующие входные и выходные переменные: поставщики, материалы, процессы, результаты и заказчики, незавершённое производство, время обработки, время такта, время цикла, пропускная способность, карты потоков создания ценности, карты процессов, блок-схемы, процедуры, рабочие инструкции, диаграммы спагетти.

На выходе стадии измерения должны быть получены: план сбора данных, число RPM, контрольные карты, гистограммы, анализ воспроизводимости и пригодности процесса, определён объем выборки.

Третья стадия DMAIC – анализ с целью определения причин несоответствий, выявленных на предыдущей стадии.

На данной стадии происходит определение соответствия ключевых параметров процесса установленным требованиям, определение и анализ причин отклонений и несоответствий, определение приоритетности корректирующих действий.

Выявление коренной причины снижения уровня качества может быть реализовано с помощью таких инструментов анализа, как: диаграммы Исикавы, FMEA анализа, анализа «5 почему», проведения экспериментов, анализа потерь.

Выход данной стадии может содержать: диаграммы причинно-следственных связей, результаты p-FMEA, результаты проверки гипотез, данные ANOVA (анализа вариации), результаты проведения экспериментов, перечень важных входных параметров, анализ проекта, формулировку причин несоответствий.

Целью стадии «Совершенствование» является установление устойчивого улучшения процесса. На данной стадии должны быть разработаны действия, охватывающие как внедрение инструментов и операций, защищающих от ошибок, так и методы оптимизации и создания процессов, устойчивых к случайным факторам. Необходимо определить все барьеры, мешающие применению выбранного решения, а так же способы их преодоления.

Результаты выполнения стадии совершенствования, в зависимости от ситуации могут включать в себя матрицу выбора решения, обеспечение защиты от ошибок, результаты обновлённого процесса, индексы воспроизводимости и пригодности (начальные и ожидаемые после внедрения улучшений), усовершенствованную карту процесса, обновлённый перечень характеристик, критичных для качества, анализ проекта.

В разделе 2 данной работы была выявлена проблема, которая в наибольшей степени влияет на качество рассматриваемого техпроцесса – большое количество несоответствий параметра «выступление выходной трубы». Причиной данной проблемы является слишком большой размах вариации

значений длины поставляемых труб. Исходя из выявленной причины, может быть предложено следующее действие по улучшению:

- Сужение поля допуска на параметр «длина трубы» с 1,40 мм до 1,10 мм.

Новые границы допуска:

Верхняя – 216,85 мм

Нижняя – 215,75 мм

Целью данного улучшающего действия является уменьшение вариации процесса, снижение вероятности возникновения несоответствий.

В таблице 3.5 приведено сравнение основных рассматриваемых показателей качества по данному параметру до и после внедрения мероприятия.

Таблица 3.5. - Сравнение основных рассматриваемых показателей качества по параметру «выступление выходной трубы» до и после внедрения улучшающих действий.

Показатель	До внедрения	После внедрения
Индекс пригодности процесса C_p	0,69	1,33
Размах	1,67	1,1
Среднеквадратичное отклонение значений параметра	0,33	0,13
Вариация	0,1089	0,0169

В результате сужения границ допуска для поставщика ожидается увеличение индекса пригодности до нормального значения, равного 1,33, а также снижение вариации на 84,48%, т.е. снижение риска возникновения несоответствующих единиц изделий. С учётом сдвига процесса на 1,5 сигм с течением времени, возникновение дефектов ожидается не более чем 0,27% времени.

Завершающей стадией цикла DMAIC является «Контроль», при котором происходит подтверждение результативности решения при помощи анализа актуальных данных.

На данной стадии следует подготовить план непрерывного контроля процесса, для использования его в подразделениях, работающих с процессом.

После того как подтверждены улучшения процесса, его сдают спонсору проекта и подразделениям, применяющим процесс. Приблизительно через шесть месяцев после окончания проекта следует провести аудит процесса и проанализировать его результаты. Дата аудита процесса определяется до даты сдачи проекта.

Все детали, факты и другая информация, полученная во время реализации проекта, должны быть зафиксированы и переданы другим подразделениям, в которых они могут быть применены.

Специалист «чёрного пояса» документирует все вопросы, оставшиеся нерешёнными при выполнении проекта, или разрабатывает перспективные планы, которые владелец процесса и другие заинтересованные лица должны использовать для полного внедрения улучшенного процесса.

Для заинтересованных сторон следует подготовить и направить заключительный отчёт, который должен храниться таким образом, чтобы к нему был обеспечен лёгкий доступ. Все отчёты следует отформатировать по одному стандарту и иметь алфавитный указатель по ключевым словам. Отчёт должен содержать полученный опыт, который в дальнейшем будут использовать команды «Шести сигм».

Результаты выполнения стадии «Контроль», в зависимости от ситуации, могут включать: планы управления процессом, обновлённый перечень характеристик, критичных для качества, контрольные карты, гистограммы распределения значений параметра процесса, индексы пригодности процесса, план контроля процесса, оценку финансовых результатов, а также итоги по проекту, отражающие степень достижения целей, определённых в положении о проекте.

Пятым, заключительным этапом внедрения методологии «Шести сигм» является послепроектный период, целью которого является распространение методологии «Шести сигм» на другие процессы в организации.

Благодаря полученному опыту и знаниям на проекте внедрения методологии в процесс производства основного глушителя, сотрудники предприятия имеют возможность рассмотреть все бизнес-процессы с новой стороны.

Первоначально на данном этапе анализируется информация о ходе выполненного проекта, а так же результаты аудита процесса, проведённого на стадии контроля. Это позволит избежать повторения ошибок, а так же найти пути сокращения времени и материальных ресурсов на реализацию проекта.

Длительность данного этапа напрямую зависит от количества бизнес-процессов на предприятии и сложности их организации.

Таким образом, внедрение методологии «Шести сигм» в технологический процесс производства основного глушителя позволит осуществлять углублённый анализ процесса и проблем, возникающих в нем, при помощи статистических инструментов. Это приведёт к увеличению точности определения причин несоответствий, а, следовательно, к повышению результативности корректирующих действий и минимизации вероятности возникновения дефектных изделий.

В рамках данной бакалаврской работы, было продемонстрировано решение проблемы, наиболее часто возникающей в процессе – дефект геометрии изделия по причине несоответствия параметра «выступление выходной трубы». Согласно плану внедрения методологии «Шести сигм» (таблица 3.1), в течение 5 месяцев, отведённых на реализацию данного проекта внедрения, ожидается устранение всех проблем в процессе, решение которых до этого вызывало затруднение, что приведёт к значительному совершенствованию рассматриваемого технологического процесса.

Следует отметить, что предложенный план внедрения методологии может быть реализован для большинства процессов ООО «ФМИС», что позволит предприятию выйти на новый уровень управления качеством различных видов деятельности.

3.2 Оценка экономической эффективности внедрённых мероприятий

Экономическая эффективность мероприятия характеризуется соотношением полученного экономического результата и затрат на его реализацию. Так, при отношении результата к затратам, большем единицы, мероприятие можно считать экономически эффективным. Первоначально рассматриваются затраты на реализацию мероприятия по внедрению методологии «Шести сигм» в технологический процесс производства основного глушителя (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Затраты на внедрение мероприятия по совершенствованию технологического процесса

Пункт затрат	Количество	Стоимость за единицу, руб.	Затраты , руб.
Услуги внешнего консультанта по методологии «Шесть сигм» («мастера чёрного пояса»)	1 человек	230000,00 (полное курирование проекта)	230000,00
Оплата сверхурочного рабочего времени операторов линии «Muffler», выделенного для проведения обучения (3 часа)	6 человек	750,00 (за 3 часа лекции по тарифу оплаты сверхурочного рабочего времени 250 руб./час.)	4500,00
Канцелярские расходы:	-	-	-
бумага А4 для оргтехники 500 листов	4 пачки	190,00	760,00
ручка шариковая	40 штук	6,00	240,00
карандаш чернографитный	40 штук	4,00	160,00
набор текстовыделителей	20 штук	8,00	160,00
папка для бумаг	30 штук	10,00	300,00
сменный картридж для принтера цветной	2 штуки	850	1700,00
плёнка для ламинирования 300 листов	4 пачки	300	1200,00
Итого затрат	-	-	239020,00

Экономический результат от внедрения мероприятия заключается в снижении финансовых потерь от списанной бракованной продукции. Для оценки уровня снижения данных потерь проводится расчёт количества дефектной продукции до внедрения и после внедрения мероприятия.

Так как, по результатам замеров ключевых показателей в течение семи рабочих дней, по параметру «выступление выходной трубы», 8 единиц изделий из 294 имели несоответствия, то, в данном случае, доля дефектной продукции ($D_{д.п.}$) составляет:

$$D_{д.п.} = \frac{8}{294} \times 100 = 2,72\%$$

Годовой выпуск изделия «основной глушитель» по проекту RQ26 на линии Muffler составляет 70000 единиц изделий. Отсюда, число дефектных единиц ($Ч_{д.и.год.}$) по рассматриваемому параметру в год предположительно равно:

$$Ч_{д.и.год.} = 70000 \times 0,0272 = 1904 \text{ единиц изделий}$$

Для расчёта финансовых потерь от брака анализируется таблица 3.7, в которой отражена себестоимость рассматриваемого изделия после прохождения каждой технологической операции.

Таблица 3.7 - Себестоимость основного глушителя на выходе каждой технологической операции

Операция	Компонент на выходе	Себестоимость компонента на выходе, руб.
Оп. 10	Корпус	72,35
Оп. 20	Корпус отбортованный	118,37
Оп. 30	Внутренний картридж	165,28
Оп. 40	Корпус 1993554X	277,64
Оп. 50	Корпус в сборе	304,5
Оп. 60	Корпус 1993572XX	395,22
Оп. 70	Глушитель основной 1993572XX	441,04
Финальный контроль	Глушитель основной в сборе 1993572XX	510,5

Контроль параметра «выступление выходной трубы» осуществляется после операции № 60. Как видно из таблицы, себестоимость компонента на выходе данной операции составляет 395,22 рубля. Исходя из этого, годовая

сумма потерь ($СП_{год}$) от брака по причине несоответствия рассматриваемого параметра равна:

$$СП_{год} = 1904 \times 395,22 = 752498,88 \text{ рублей}$$

После внедрения предложенных действий по улучшению, значения параметра процесса будут находиться в пределах плюс/минус трёх стандартных отклонений, то есть ожидается снижение доли дефектной продукции до 0,27%. Таким образом, число дефектных единиц в год ($Ч_{д.и.год.1}$) после внедрения мероприятия равно:

$$Ч_{д.и.год.1} = 70000 \times 0,0027 = 189 \text{ единиц изделий}$$

Значит, годовая сумма потерь от брака ($СП_{год.1}$) после внедрения мероприятия равна:

$$СП_{год.1} = 189 \times 395,22 = 74696,58 \text{ рублей}$$

Далее оценивается эффективность внедрения мероприятия по соотношению потерь от брака до и после его внедрения (таблица 3.8).

Таблица 3.8 - Соотношение потерь от брака до и после внедрения мероприятия

П/п	Число дефектных изделий в год по изделию «основной глушитель PQ26» (по причине несоответствия параметра «выступление выходной трубы»), руб.	Стоимость одного дефектного изделия, руб.	Сумма потерь от брака по изделию «основной глушитель PQ26» (по причине несоответствия параметра «выступление выходной трубы»), руб.
До мероприятия	1904 единиц	395,22	752498,88
После мероприятия	189 единиц	395,22	74696,58
Эффект	Снижение на 1715 единиц	Не изменяется	Снижение на 677802,30 руб.
	Снижение на 90,07%	Не изменяется	Снижение на 90,07%

Так же немаловажным показателем является процент снижения брака по всему проекту PQ26, в рамках которого функционирует рассматриваемый технологический процесс. Как видно из таблицы 2.9 на странице 39 работы, потери от брака по данному проекту за 5 месяцев 2017 года (с 01.2017 по 05.2017) составили 533604,00 рублей. То есть ориентировочная сумма потерь по проекту PQ26 ($СП_{PQ26}$) за год составляет:

$$СП_{PQ26} = \frac{533604,00}{5} \times 12 = 1280649,60 \text{ рублей}$$

Поскольку, в результате внедрения мероприятия, ожидаемое снижение потерь от брака равно 677802,30 рублей, то снижение уровня брака по процессу в процентном соотношении ($СнП_{PQ26}$) равно:

$$СнП_{PQ26} = \frac{677802,30}{1280649,60} \times 100\% = 52,93\%$$

Снижение потерь от брака в технологическом процессе производства основного глушителя на 52,93% говорит о достаточно высоком положительном эффекте в рамках совершенствования качества продукции. Но более объективным является расчёт экономического результата (таблица 3.9).

Таблица 3.9 – Сравнение затрат до и после внедрения мероприятия

До внедрения мероприятия	Сумма, руб.	После внедрения мероприятия	Сумма, руб.	За счёт чего снижаются/увеличиваются
Потери от брака в год по изделию «основной глушитель PQ26 »	752498,88	Потери от брака в год по изделию «основной глушитель PQ26 »	74696,58	Снижаются за счёт внедрения методологии «Шести сигм».
Канцелярские расходы (в год)	65000,00	Канцелярские расходы (в год)	69520,00	Увеличиваются за счёт дополнительных закупок канцелярских принадлежностей для реализации проекта внедрения «Шести сигм»

Продолжение таблицы 3.9

-	0,00	Оплата сверхурочного рабочего времени операторов линии Muffler	4500,00	Увеличиваются за счёт дополнительных выплат заработной платы операторам за сверхурочные часы, выделенные для проведения обучающей лекции.
-	0,00	Использование услуг сторонних консультантов по методологии «Шести сигм»	230000,00	Возникают за счёт оплаты услуг стороннего консультанта согласно условиям договора подряда.
Итого:	817498,88	Итого:	378716,58	-
Итого экономический результат:	438782,3			

Экономический эффект (Э) можно рассчитать по формуле (3.1).

$$\mathcal{E} = \frac{\mathcal{EP}}{3}, \quad (3.1)$$

где ЭР – экономический результат от внедрения мероприятия, руб.;

З – затраты на внедрение мероприятия, руб.

Таким образом, экономическая эффективность от внедрения методологии «Шести сигм» для совершенствования технологического процесса производства основного глушителя на ООО «ФМИС» равна:

$$\mathcal{E} = \frac{438782,3}{239020,00} = 1,84$$

Так как экономический эффект больше единицы, то внедрение мероприятия можно считать целесообразным и эффективным.

Заключение

В ходе выполнения данной бакалаврской работы, были исследованы различные теоретические и практические аспекты управления качеством технологических процессов в машиностроительной отрасли. При написании работы были решены все поставленные задачи. Так, в первом, теоретическом, разделе были рассмотрены особенности организации технологических процессов, структура и виды техпроцессов в автомобилестроении, а также свойства процессов и методы их оценки. Во второй части раздела, посвящённой способам совершенствования техпроцессов, были описаны такие современные методы как циклы совершенствования, специальные инструменты качества, методы планирования процессов, методы контроля, а так же методы улучшения. Особое внимание было уделено методике «Шести сигм», основанной на статистическом анализе процессов с целью снижения выпуска дефектной продукции.

Во втором разделе была проанализирована деятельность предприятия ООО «ФМИС» и выявлены как положительные, так и отрицательные аспекты деятельности предприятия. Особое внимание было уделено анализу системы менеджмента качества, которая на данном предприятии представляет собой чётко регламентированную систему управления качеством различных видов деятельности, основой которой служит международный стандарт ISO 16949, а так же целый ряд внутренних стандартов предприятия. Дальнейший анализ предприятия был направлен на выявление наиболее проблемного технологического процесса. В результате было обнаружено, что в процессе производства основного глушителя, приносящего наибольшие потери от брака, имеется целый ряд нерешённых проблем, а так же отсутствует SPC, что затрудняет специалистам отдела качества ООО «ФМИС» поиск коренных причин несоответствий.

Третий раздел работы посвящён внедрению на ООО «ФМИС» методологии «Шести сигм», являющейся комплексной методологией

углублённого изучения процесса с помощью SPC с целью снижения количества дефектной продукции на выходе процесса. В данном разделе были подробно описаны этапы внедрения методологии в технологический процесс производства основного глушителя на основе цикла DMAIC: определение, измерение, анализ, совершенствование, контроль. Так же было приведено решение проблемы, наиболее часто возникающей в процессе – дефект геометрии изделия по причине несоответствия параметра «выступление выходной трубы». В заключительной части раздела была рассчитана экономическая эффективность мероприятия, выраженная в снижении потерь от брака по процессу на 52,93% , а так же в превышении экономического результата над затратами на внедрение в 1,84 раза.

Таким образом, подтверждается выполнение задач, поставленных в данной бакалаврской работе, а так же достижение основной цели – совершенствования технологического процесса производства основного глушителя на ООО «ФМИС».

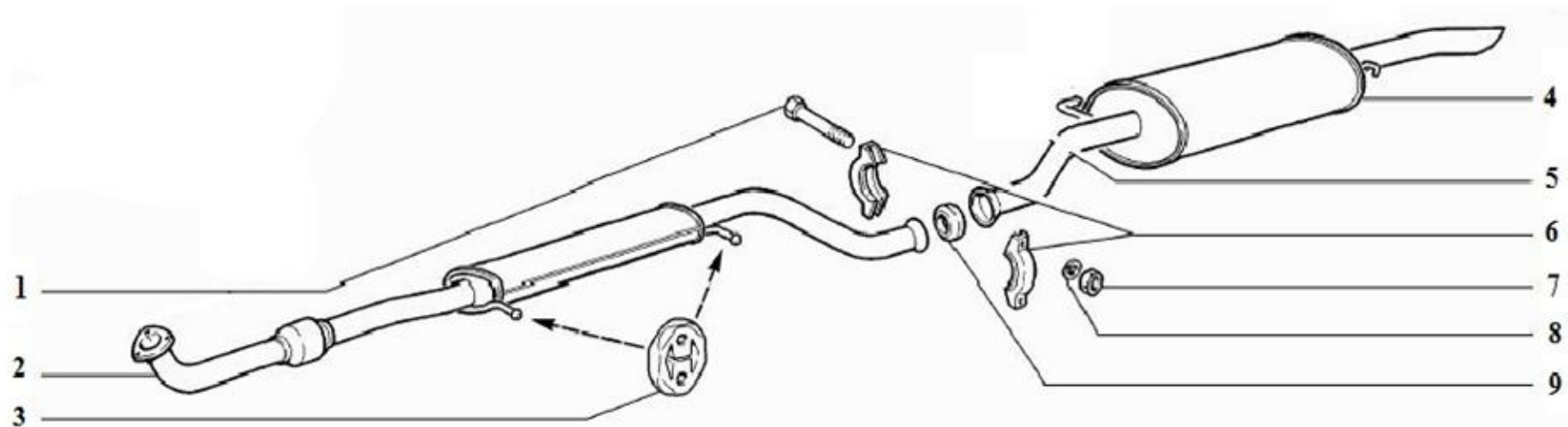
Список используемой литературы

1. ГОСТ 3.1109-82 Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий – Введ. 1983-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2012. 70 с.
2. ГОСТ Р 50779.44 – 2001 Статистические методы. Показатели возможностей процессов. Методы расчёта. – Введ. 2002-10-02. – М. : Госстандарт России, 2016. 38 с.
3. ГОСТ Р 51814.3-2001 Системы качества в автомобилестроении. Методы статистического управления процессами – Введ. 2002-01-01. – М. : Госстандарт России, 2016. 38 с.
4. ГОСТ Р ИСО 13053-1 – 2015 Статистические методы. Количественные методы улучшения процессов «Шесть сигм». Часть 1. Методология DMAIC. – Введ. 2015-11-18. – М. : Стандартиформ, 2016. 38 с.
5. ГОСТ Р ИСО 13053-2 – 2015 Статистические методы. Количественные методы улучшения процессов «Шесть сигм». Часть 2. Методы. – Введ. 2015-11-18. – М. : Стандартиформ, 2016. 38 с.
6. ГОСТ Р ИСО 14001-2016. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. – Введ. 2017-03-01. – М. : Изд-во стандартов, 2017. 38 с.
7. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Система менеджмента качества. Основные положения и словарь – Введ. 2015-11-01. – М. : Стандартиформ, 2016. 49 с.
8. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Система менеджмента качества. Требования – Введ. 2015-01-01. – М. : Стандартиформ, 2016. 51 с.
9. Белоцерковский С. В., Тольский В. Е.. Автомобильные глушители: современные требования, тенденции развития, методы расчёта и испытаний. // Электронный журнал «Техническая акустика». 2013. № 1. С. 2 – 8.
10. Беляев, С.Ю. Управление качеством: Учебное пособие для бакалавров / С.Ю. Беляев, Ю.Н. Забродин, В.Д. Шапиро. - М.: Омега-Л, 2013. - 381 с.

- 11.Верхоглазенко В.Н. Две стратегии внедрения системы «Шесть сигм» // Консультант директора. М.: Инфра-М. – 2012. – N 14.
- 12.Горбашко, Е.А. Управление качеством 2-е изд., испр. и доп. учебник для бакалавров / Е.А. Горбашко. М. : Юрайт, 2016. - 450 с.
- 13.Группа Форесия. Официальный сайт компании [Электронный ресурс]. URL: <http://www.faurecia.ru/> (дата обращения: 15.05.2017).
- 14.Кане М.М., Иванов Б.В., Корешков В.Н., Схиртладзе А.Г. Системы, методы и инструменты менеджмента качества: Учебник для вузов/ Под редакцией М.М.Кане. – СПб.: Питер,2009. – 560с.
- 15.Контроль качества. Энциклопедия производственного менеджера [Электронный ресурс]. URL: <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/quality-control.html> / (дата обращения: 20.04.2017).
- 16.Ларри Холп, Пит Панде. Что такое «Шесть сигм»? Революционный метод управления качеством. – Альпина Паблишер. – 2016. 158 с.
- 17.МакароваЛ.В., Тарасов Р.В. Методы оценки и управления качеством продукции: методические указания по выполнению самостоятельных работ / Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 40 с.
- 18.Общероссийский классификатор видов экономической деятельности ОК 029-2014 – Введ. 2014-02-01. – М. : Изд-во стандартов, 2014. 94 с.
- 19.Политика в области качества FECT России / RUS CLSS-5001 : офиц. текст, 2016 г.
- 20.Сергеев А.Г., Тегеря В.В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник – М.: Юрайт. 2013. – 820 с.
- 21.Тебекин, А.В. Управление качеством: Учебник для бакалавров / А.В. Тебекин. - М.: Юрайт, 2013. - 371 с.
- 22.Управление системами и процессами в машиностроении : учебное пособие / А. А. Кулебякин ; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высшего проф. образования, ЯГТУ". –

Ярославль : Ярославский государственный технический университет, 2015.
- 102 с.

23. Федеральная налоговой служба РФ. Сведения о государственной регистрации юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, крестьянских (фермерских) хозяйств. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nalog.ru/rn63/> (дата обращения: 20.04.2017).
24. Федюкин В.К. Управление качеством производственных процессов: учебное пособие / В.К. Федюкин. – 2-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2016. – 230 с.
25. Шишмарев В. Ю. Автоматизация технологических процессов : учебник для студенческих учреждений среднего профессионального образования / В.Ю. Шишмарев. – 7-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2013 – 352 с.
26. Я. Насыров. Опыт внедрения концепции “Шесть сигм” в корпорации ВСМПО-АВИСМА // Рациональное управление предприятием. 2013. № 1. С. 10—13.
27. B. El-haik, A. Shaout. Software design for six sigma. A Roadmap for Excellence / John Wiley & Sons, Inc. 2010. 531 p.
28. I. Goicoechea, M. Fenollera. Quality management in automotive industry. // DAAAM International Scientific Book. 2012. P. 619-632.
29. Michael C. Thomsett. Getting Started in Six Sigma / John Wiley & Sons, Inc., 2015, 210 p.
30. Thomas Pyzdek. The Six Sigma Project Planner. A Step-by-Step Guide to Leading a Six Sigma Project Through DMAIC / McGraw-Hill. 2013. 232 p.



1 - болт М8х60; 2 - глушитель дополнительный; 3 - подушка подвески глушителя; 4 - глушитель основной; 5 - труба передняя основного глушителя; 6 - хомут соединительный; 7 - гайка М8; 8 - шайба 8 пружинная; 9 - кольцо уплотнительное.

Рисунок А1 – Система выпуска отработавших газов автомобиля

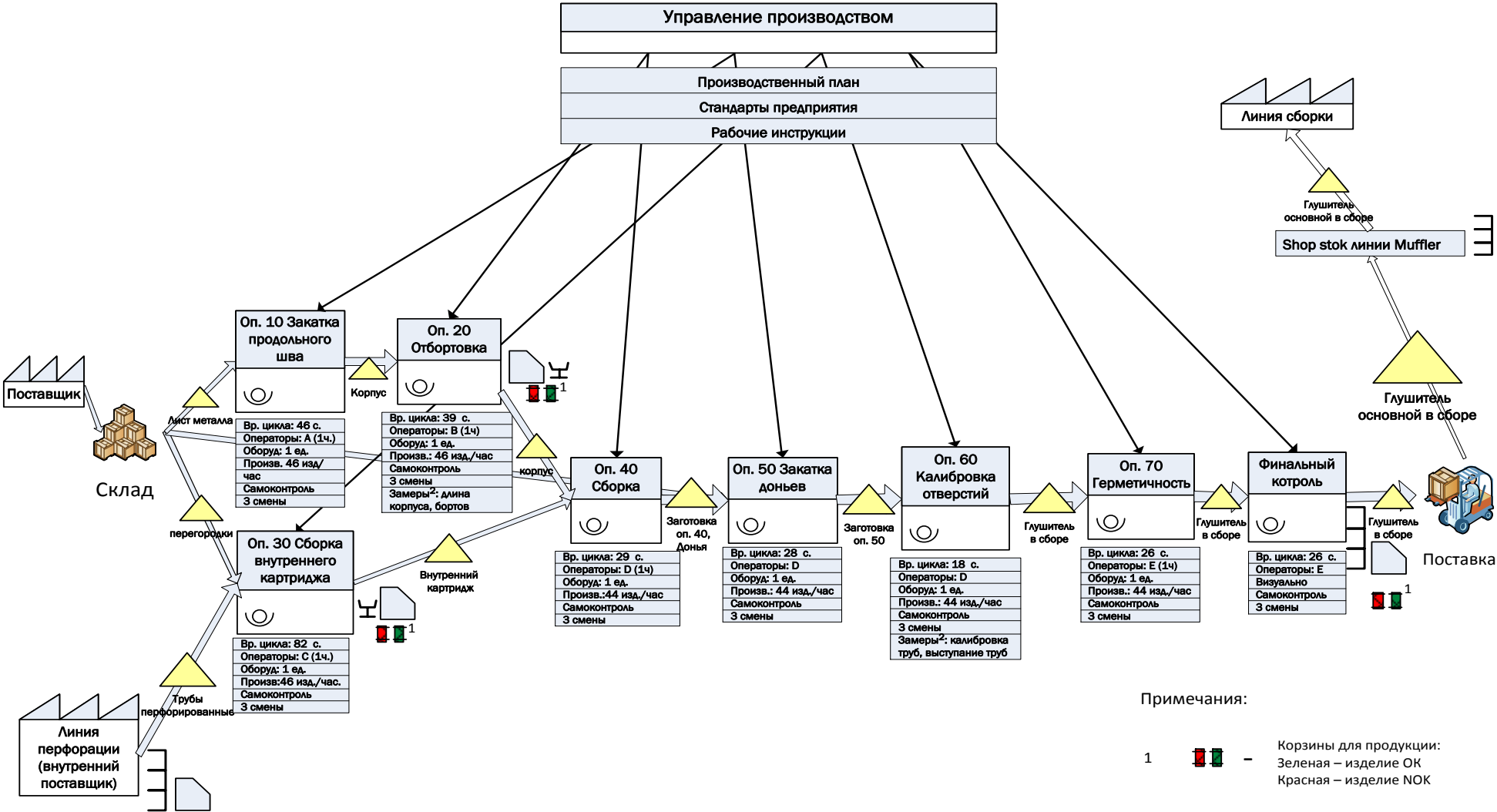


Рисунок Б1 – Карта потока производства изделия «Глушитель основной в сборе»

Фактические показатели замеров деталей														
Дата/Смена/Оператор														
Наименование глушителя:	1 дет.	2 дет.	3 дет.	1 час	2 час	3 час	4 час	5 час	6 час	7 час	8 час	1 дет.	2 дет.	3 дет.
Калибровка входной трубы (OK/NOK):														
Калибровка выходной трубы (OK/NOK):														
Выступление выходной трубы относительно фланца, мм (замер осуществляется по 4ем точкам, с каждой стороны должно быть – ОК)	1													
	2													
	3													
	4													
Выступление входной трубы относительно фланца, мм (замер осуществляется по 4ем точкам, с каждой стороны должно быть – ОК)	1													
	2													
	3													
	4													

Таблица Г1 – Замеры параметра «Длина корпуса»

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1 дет.	499,91	499,78	500,69	499,56	500,25	500,02	500,00	499,88	500,23	499,83	500,05	500,31	500,00	500,02	500,02	500,03	500,13	500,05	499,98	499,61	499,72
2 дет.	499,63	499,39	499,81	499,89	500,17	500,24	500,13	499,87	500,13	500,15	500,16	499,20	500,30	499,68	500,37	500,25	500,04	500,45	499,98	500,39	500,45
3 дет.	500,07	499,84	500,48	499,99	499,60	500,25	499,99	499,85	500,20	500,16	499,93	500,13	500,13	499,60	500,08	500,52	499,84	499,81	500,06	500,30	499,66
1 час	500,37	499,88	499,53	500,01	499,68	499,82	499,69	500,25	500,47	499,91	499,65	500,43	500,42	500,06	500,02	499,62	500,03	499,72	499,90	500,05	499,88
2 час	500,35	500,04	500,16	499,91	500,20	499,73	499,49	500,15	500,09	499,87	500,37	499,50	499,96	500,28	500,07	499,64	499,73	500,35	500,27	499,36	499,62
3 час	500,50	499,89	500,26	500,64	500,09	500,32	500,24	499,82	500,17	499,60	499,92	500,01	499,72	499,56	500,06	500,16	499,74	500,27	499,86	500,15	500,46
4 час	499,37	499,91	500,56	499,49	499,73	499,65	500,13	500,38	500,54	500,58	499,62	500,39	499,55	499,82	500,00	500,35	500,30	499,50	500,68	500,15	500,01
5 час	499,93	499,89	499,98	499,79	499,93	499,55	500,18	499,49	499,90	499,84	500,22	500,49	499,26	500,15	499,65	499,75	500,47	500,37	500,22	500,35	500,10
6 час	500,32	500,39	499,85	499,25	500,04	500,21	500,06	500,16	500,30	500,02	500,23	500,07	500,03	499,94	500,07	499,38	499,81	499,94	500,18	499,72	500,28
7 час	499,68	499,98	500,20	500,42	500,16	500,19	499,70	499,97	500,04	499,93	500,12	500,04	500,09	499,90	500,04	499,74	499,95	499,67	499,72	500,35	500,57
8 час	499,80	499,95	499,89	499,63	500,04	500,64	500,36	500,01	500,33	500,82	500,12	500,54	499,99	499,95	500,22	500,06	500,03	499,46	500,25	499,84	499,98
1 дет.	499,51	499,85	500,22	499,81	499,74	500,42	499,91	499,81	499,96	500,36	499,81	499,99	500,06	499,87	499,79	500,12	500,53	499,76	500,42	499,79	499,70
2 дет.	499,46	500,57	499,58	500,22	500,55	500,38	499,76	499,84	499,77	500,26	500,21	499,81	500,07	499,77	500,18	499,71	500,17	500,14	499,79	499,50	499,83
3 дет.	499,72	500,25	499,75	500,14	500,14	500,03	499,76	500,25	500,31	500,39	500,15	500,26	500,43	500,19	500,06	499,75	500,48	500,27	499,91	500,40	500,25
х сред	499,90	499,97	500,07	499,91	500,02	500,10	499,96	499,98	500,18	500,12	500,04	500,08	500,00	499,91	500,04	499,93	500,09	499,98	500,09	500,00	500,04
сред	500,02	500,02	500,02	500,02	500,02	500,02	500,02	500,02	500,02	500,02	500,02	500,02	500,02	500,02	500,02	500,02	500,02	500,02	500,02	500,02	500,02
USL	500,33	500,33	500,33	500,33	500,33	500,33	500,33	500,33	500,33	500,33	500,33	500,33	500,33	500,33	500,33	500,33	500,33	500,33	500,33	500,33	500,33
LSL	499,71	499,71	499,71	499,71	499,71	499,71	499,71	499,71	499,71	499,71	499,71	499,71	499,71	499,71	499,71	499,71	499,71	499,71	499,71	499,71	499,71
размах	1,136	1,186	1,157	1,384	0,944	1,092	0,874	0,889	0,763	1,218	0,746	1,341	1,172	0,713	0,721	1,145	0,808	0,997	0,964	1,034	0,945
сред	1,011	1,011	1,011	1,011	1,011	1,011	1,011	1,011	1,011	1,011	1,011	1,011	1,011	1,011	1,011	1,011	1,011	1,011	1,011	1,011	1,011
USL	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
LSL	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222

Таблица Г2 – Замеры параметра «Калибровка входной трубы»

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1 дет.	40,36	40,43	40,42	40,55	40,54	40,52	40,56	40,38	40,45	40,46	40,54	40,66	40,46	40,57	40,52	40,59	40,56	40,62	40,54	40,39	40,45
2 дет.	40,33	40,34	40,35	40,32	40,42	40,36	40,66	40,58	40,41	40,56	40,55	40,64	40,64	40,55	40,34	40,52	40,64	40,31	40,65	40,41	40,39
3 дет.	40,48	40,47	40,46	40,33	40,39	40,28	40,52	40,38	40,64	40,48	40,59	40,57	40,52	40,61	40,66	40,66	40,52	40,46	40,55	40,58	40,54
1 час	40,46	40,55	40,55	40,42	40,36	40,48	40,62	40,3	40,38	40,39	40,48	40,7	40,59	40,45	40,34	40,64	40,66	40,54	40,49	40,67	40,52
2 час	40,56	40,64	40,32	40,45	40,44	40,46	40,55	40,44	40,54	40,62	40,57	40,42	40,34	40,42	40,42	40,57	40,64	40,52	40,42	40,38	40,59
3 час	40,54	40,58	40,33	40,56	40,64	40,56	40,52	40,58	40,58	40,52	40,52	40,58	40,38	40,56	40,58	40,7	40,59	40,54	40,48	40,38	40,55
4 час	40,39	40,47	40,73	40,6	40,67	40,39	40,36	40,42	40,59	40,48	40,66	40,38	40,49	40,62	40,45	40,54	40,55	40,52	40,28	40,42	40,44
5 час	40,56	40,54	40,45	40,39	40,62	40,39	40,59	40,38	40,57	40,55	40,61	40,49	40,58	40,58	40,54	40,64	40,52	40,66	40,58	40,6	40,39
6 час	40,64	40,38	40,58	40,56	40,59	40,27	40,45	40,38	40,55	40,38	40,45	40,33	40,35	40,64	40,64	40,38	40,36	40,45	40,41	40,34	40,42
7 час	40,52	40,59	40,44	40,64	40,57	40,45	40,62	40,42	40,64	40,58	40,55	40,39	40,55	40,58	40,59	40,48	40,54	40,55	40,39	40,64	40,52
8 час	40,66	40,65	40,34	40,52	40,33	40,56	40,56	40,62	40,69	40,38	40,32	40,52	40,42	40,58	40,33	40,55	40,39	40,38	40,48	40,42	40,56
1 дет.	40,64	40,58	40,67	40,66	40,39	40,61	40,66	40,34	40,33	40,42	40,33	40,33	40,64	40,33	40,39	40,56	40,42	40,47	40,52	40,45	40,51
2 дет.	40,78	40,62	40,55	40,64	40,4	40,39	40,41	40,64	40,39	40,64	40,56	40,36	40,38	40,32	40,72	40,61	40,45	40,39	40,58	40,42	40,45
3 дет.	40,58	40,38	40,64	40,38	40,55	40,42	40,55	40,42	40,36	40,64	40,52	40,48	40,75	40,42	40,38	40,39	40,42	40,36	40,38	40,64	40,66
х сред	40,536	40,516	40,488	40,501	40,494	40,439	40,545	40,449	40,509	40,507	40,518	40,489	40,506	40,516	40,493	40,559	40,519	40,484	40,482	40,481	40,499
сред	40,501	40,501	40,501	40,501	40,501	40,501	40,501	40,501	40,501	40,501	40,501	40,501	40,501	40,501	40,501	40,501	40,501	40,501	40,501	40,501	40,501
USL	40,605	40,605	40,605	40,605	40,605	40,605	40,605	40,605	40,605	40,605	40,605	40,605	40,605	40,605	40,605	40,605	40,605	40,605	40,605	40,605	40,605
LSL	40,397	40,397	40,397	40,397	40,397	40,397	40,397	40,397	40,397	40,397	40,397	40,397	40,397	40,397	40,397	40,397	40,397	40,397	40,397	40,397	40,397
размах	0,450	0,310	0,410	0,340	0,340	0,340	0,300	0,340	0,360	0,260	0,340	0,370	0,410	0,320	0,390	0,320	0,300	0,350	0,370	0,330	0,270
сред	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335
USL	0,597	0,597	0,597	0,597	0,597	0,597	0,597	0,597	0,597	0,597	0,597	0,597	0,597	0,597	0,597	0,597	0,597	0,597	0,597	0,597	0,597
LSL	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074

Таблица ГЗ – Замеры параметра «Калибровка выходной трубы»

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1 дет.	46,46	46,50	46,34	46,51	46,49	46,24	46,35	46,33	46,40	46,44	46,33	46,33	46,45	46,38	46,40	46,56	46,41	46,24	46,30	46,34	46,51
2 дет.	46,25	46,25	46,30	46,57	46,63	46,40	46,35	46,42	46,37	46,60	46,40	46,34	46,23	46,22	46,49	46,54	46,32	46,27	46,40	46,27	46,49
3 дет.	46,32	46,46	46,47	46,44	46,32	46,52	46,50	46,35	46,27	46,45	46,40	46,30	46,57	46,58	46,39	46,57	46,50	46,45	46,22	46,44	46,54
1 час	46,37	46,45	46,51	46,25	46,32	46,30	46,44	46,62	46,57	46,55	46,25	46,23	46,21	46,19	46,35	46,58	46,51	46,38	46,31	46,58	46,31
2 час	46,41	46,49	46,55	46,27	46,40	46,32	46,60	46,40	46,32	46,21	46,29	46,25	46,41	46,57	46,51	46,48	46,49	46,39	46,53	46,45	46,55
3 час	46,23	46,50	46,63	46,51	46,44	46,30	46,60	46,27	46,35	46,34	46,28	46,32	46,59	46,40	46,56	46,38	46,40	46,27	46,23	46,43	46,45
4 час	46,21	46,38	46,50	46,46	46,51	46,44	46,40	46,35	46,46	46,35	46,39	46,43	46,32	46,27	46,43	46,59	46,22	46,57	46,49	46,42	46,51
5 час	46,29	46,22	46,57	46,23	46,47	46,25	46,46	46,51	46,25	46,24	46,41	46,53	46,27	46,45	46,44	46,24	46,31	46,41	46,55	46,28	46,32
6 час	46,56	46,37	46,43	46,60	46,36	46,42	46,18	46,59	46,28	46,21	46,44	46,48	46,51	46,44	46,32	46,32	46,41	46,45	46,49	46,52	46,23
7 час	46,41	46,34	46,40	46,41	46,54	46,40	46,28	46,33	46,32	46,28	46,60	46,47	46,23	46,25	46,18	46,42	46,39	46,52	46,24	46,41	46,52
8 час	46,33	46,55	46,36	46,52	46,49	46,48	46,64	46,42	46,29	46,30	46,44	46,42	46,32	46,38	46,20	46,40	46,36	46,21	46,46	46,57	46,34
1 дет.	46,33	46,32	46,23	46,59	46,54	46,48	46,36	46,59	46,32	46,41	46,57	46,21	46,35	46,54	46,40	46,48	46,38	46,40	46,34	46,56	46,41
2 дет.	46,38	46,20	46,43	46,23	46,49	46,58	46,53	46,45	46,41	46,29	46,24	46,36	46,29	46,54	46,55	46,39	46,42	46,47	46,29	46,18	46,38
3 дет.	46,46	46,43	46,24	46,17	46,33	46,26	46,24	46,26	46,40	46,45	46,45	46,47	46,48	46,41	46,37	46,57	46,53	46,32	46,38	46,60	46,26
х сред	46,358	46,390	46,426	46,411	46,451	46,384	46,424	46,420	46,358	46,367	46,392	46,367	46,373	46,401	46,398	46,465	46,403	46,382	46,373	46,431	46,416
сред	46,400	46,400	46,400	46,400	46,400	46,400	46,400	46,400	46,400	46,400	46,400	46,400	46,400	46,400	46,400	46,400	46,400	46,400	46,400	46,400	46,400
USL	46,512	46,512	46,512	46,512	46,512	46,512	46,512	46,512	46,512	46,512	46,512	46,512	46,512	46,512	46,512	46,512	46,512	46,512	46,512	46,512	46,512
LSL	46,287	46,287	46,287	46,287	46,287	46,287	46,287	46,287	46,287	46,287	46,287	46,287	46,287	46,287	46,287	46,287	46,287	46,287	46,287	46,287	46,287
размах	0,357	0,352	0,397	0,426	0,314	0,340	0,465	0,357	0,320	0,388	0,362	0,318	0,380	0,392	0,379	0,352	0,315	0,357	0,336	0,414	0,316
сред	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364
USL	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648
LSL	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080

Таблица Г4 – Замеры параметра «Выступление входной трубы»

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1 дет.	7,30	7,00	7,05	7,00	7,05	6,86	6,99	6,72	7,21	6,97	7,10	6,89	6,60	6,89	6,70	6,91	6,80	7,26	7,00	6,95	7,25
2 дет.	6,67	6,85	7,17	7,06	6,89	6,82	7,07	6,90	7,30	6,96	6,95	7,19	6,95	6,79	6,99	7,00	7,02	7,05	6,83	7,32	7,02
3 дет.	6,87	7,14	6,92	6,89	7,21	7,24	7,10	6,90	7,07	6,83	6,77	7,04	6,85	7,16	6,66	7,02	7,22	7,24	7,23	7,26	6,88
1 час	6,86	7,25	6,84	6,84	7,00	6,66	7,15	6,79	7,27	7,18	6,97	6,89	7,00	6,76	7,04	7,29	6,96	7,34	7,18	7,17	6,90
2 час	6,99	7,01	7,02	7,19	6,46	6,95	6,89	7,30	6,76	7,02	7,02	7,23	6,92	6,56	6,95	6,99	7,05	6,94	7,14	6,97	7,16
3 час	7,02	7,26	6,85	6,90	7,00	7,21	7,05	6,95	7,16	7,12	7,04	7,01	6,89	6,78	6,98	6,96	6,97	6,92	6,90	6,80	6,94
4 час	7,03	7,07	7,05	7,06	6,85	6,69	6,81	7,26	6,89	7,22	7,18	7,11	7,11	7,14	7,06	6,95	6,90	7,26	6,90	7,29	6,92
5 час	6,80	6,95	6,76	7,38	6,92	6,51	7,40	6,98	7,23	7,02	7,20	6,91	6,77	7,07	6,97	7,08	6,99	7,05	6,86	6,83	6,70
6 час	7,04	7,04	7,05	6,84	7,01	6,96	6,81	7,33	7,11	7,30	7,09	6,94	6,98	6,94	6,86	7,06	7,29	6,57	6,78	7,10	6,98
7 час	6,72	6,55	6,88	6,84	6,83	6,65	6,80	7,14	6,94	7,01	6,70	6,94	6,83	7,16	6,95	6,90	7,09	6,87	7,02	6,93	7,11
8 час	7,07	7,26	6,80	6,84	7,15	7,24	7,13	7,12	7,05	6,84	6,95	7,08	7,12	7,01	7,04	6,99	6,91	7,10	6,81	7,09	6,97
1 дет.	7,07	7,03	6,91	6,95	7,31	7,21	7,07	6,89	7,08	6,82	6,79	7,08	7,25	6,72	6,93	7,09	6,92	7,19	6,85	6,89	7,26
2 дет.	6,90	7,12	6,99	7,27	7,03	6,82	7,18	7,15	6,86	7,12	7,02	6,84	6,84	7,01	7,29	6,94	6,79	7,17	6,55	6,90	6,97
3 дет.	7,26	6,85	7,06	7,20	7,37	7,41	6,89	7,09	6,92	6,64	6,88	7,23	6,61	6,96	6,81	7,16	7,11	7,02	7,00	7,06	6,94
х сред	6,97	7,03	6,95	7,02	7,00	6,94	7,02	7,04	7,06	7,00	6,98	7,03	6,91	6,93	6,94	7,02	7,00	7,07	6,93	7,04	7,00
сред	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99
USL	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18
LSL	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81
размах	0,629	0,715	0,413	0,543	0,901	0,900	0,601	0,607	0,541	0,659	0,500	0,392	0,650	0,599	0,623	0,384	0,506	0,779	0,678	0,522	0,560
сред	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605
USL	1,077	1,077	1,077	1,077	1,077	1,077	1,077	1,077	1,077	1,077	1,077	1,077	1,077	1,077	1,077	1,077	1,077	1,077	1,077	1,077	1,077
LSL	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133

Таблица Г5 – Замеры параметра «Выступление выходной трубы»

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1 дет.	7,41	7,60	7,31	7,21	7,20	7,10	6,83	6,70	7,27	6,95	6,97	6,92	7,05	7,19	7,16	6,31	7,30	6,93	6,86	7,70	7,80
2 дет.	7,09	7,22	6,91	7,12	7,71	7,80	7,40	7,11	7,27	6,54	6,92	6,81	7,29	7,70	6,33	7,18	7,29	7,40	7,21	6,95	7,01
3 дет.	7,09	7,12	6,99	6,78	7,18	7,60	7,21	6,98	7,20	7,42	6,57	6,31	7,22	7,21	6,72	7,28	7,30	7,15	7,12	7,39	7,15
1 час	6,29	7,53	7,31	7,40	7,20	7,50	7,18	7,32	7,41	7,62	6,39	6,55	6,48	6,79	6,76	7,16	7,18	7,25	6,80	7,26	7,03
2 час	6,29	7,11	6,43	6,88	6,41	7,03	7,19	7,31	7,10	7,44	6,88	7,10	6,47	7,00	7,31	7,24	7,21	7,80	7,19	6,87	6,99
3 час	7,27	7,70	7,22	6,39	7,22	7,18	7,21	7,06	7,13	7,19	7,10	6,47	7,40	7,10	7,07	7,06	7,20	7,45	7,20	7,40	7,10
4 час	7,16	7,20	7,20	7,19	7,19	7,38	7,19	6,83	7,30	7,12	7,27	6,99	7,40	7,28	7,14	6,39	7,56	7,24	7,16	7,40	7,30
5 час	7,22	7,05	6,31	7,13	7,27	6,83	6,89	7,22	7,24	7,17	6,71	6,89	6,89	7,45	6,87	7,20	7,10	7,07	6,58	7,43	7,17
6 час	7,07	7,10	7,30	6,37	7,10	6,50	7,12	7,07	6,62	7,16	7,26	7,28	7,60	7,15	7,40	7,08	7,45	7,15	7,07	6,94	6,42
7 час	7,25	6,74	7,40	7,40	6,79	7,80	7,10	7,09	7,05	6,51	7,11	7,66	6,73	6,62	7,11	7,05	7,17	7,70	7,07	7,10	6,30
8 час	7,22	6,98	7,28	6,41	7,48	7,21	7,04	7,19	6,89	7,53	7,49	7,18	7,24	7,44	7,08	6,53	7,90	6,83	6,78	6,96	6,98
1 дет.	7,18	6,81	6,90	7,70	6,63	7,11	7,33	7,25	6,89	6,28	6,99	7,01	7,12	7,14	6,36	7,15	7,17	7,02	7,02	7,70	7,19
2 дет.	7,18	6,59	7,21	7,56	7,20	6,94	7,46	7,20	7,01	6,82	6,91	6,92	7,18	7,04	6,83	7,21	7,38	7,16	7,15	7,10	7,31
3 дет.	7,12	6,30	7,23	6,48	7,20	6,74	7,60	6,72	7,60	7,60	7,01	7,15	7,00	7,46	7,60	6,92	7,14	7,23	6,96	7,14	7,16
х сред	7,15	7,07	7,07	7,00	7,13	7,20	7,20	7,08	7,14	7,10	6,97	6,94	7,08	7,22	6,98	6,98	7,31	7,24	7,06	7,24	7,06
сред	7,11	7,11	7,11	7,11	7,11	7,11	7,11	7,11	7,11	7,11	7,11	7,11	7,11	7,11	7,11	7,11	7,11	7,11	7,11	7,11	7,11
USL	7,47	7,47	7,47	7,47	7,47	7,47	7,47	7,47	7,47	7,47	7,47	7,47	7,47	7,47	7,47	7,47	7,47	7,47	7,47	7,47	7,47
LSL	6,74	6,74	6,74	6,74	6,74	6,74	6,74	6,74	6,74	6,74	6,74	6,74	6,74	6,74	6,74	6,74	6,74	6,74	6,74	6,74	6,74
размах	1,610	1,400	1,094	1,330	1,305	1,300	0,770	0,623	0,980	1,341	1,100	1,347	1,130	1,380	1,270	0,972	0,800	0,970	1,320	0,827	1,610
сред	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166
USL	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075
LSL	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256	0,256

Замеры длины выходных труб (объём выборки – 30 деталей)

Границы допуска:

верхняя – 217,00 мм

нижняя – 215,60 мм

Таблица Д1 – Результаты замеров параметра «длина выходной трубы»

№	Знач.	№	Знач.	№	Знач.	№	Знач.	№	Знач.
1	217,00	7	216,60	13	216,70	19	216,69	25	216,95
2	215,60	8	216,48	14	215,60	20	215,88	26	216,15
3	216,01	9	215,86	15	216,78	21	217,00	27	216,76
4	216,89	10	216,75	16	215,93	22	216,22	28	215,86
5	216,58	11	215,74	18	215,71	23	216,88	29	216,35
6	215,92	12	216,40	18	216,72	24	216,13	30	217,00
среднее	216,37								
размах	1,40								
сигма	0,47								

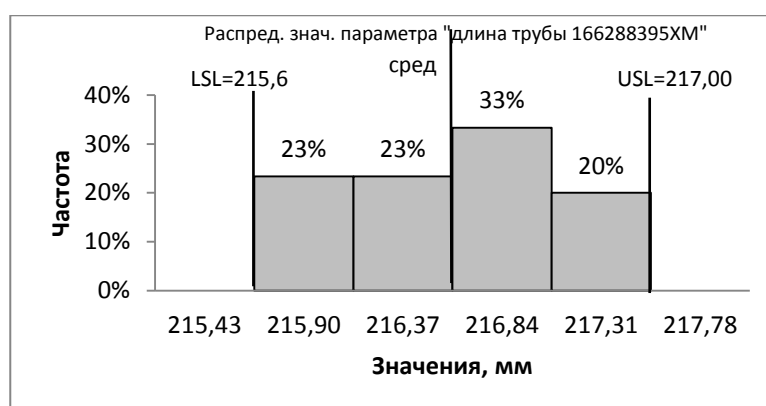


Рисунок Д1 – Гистограмма распределения значений параметра «длина выходной трубы»