

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
ПИИЦ (Russia) = 3.939  
ESJI (KZ) = 8.771  
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

### International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2023 Issue: 11 Volume: 127

Published: 29.11.2023 <http://T-Science.org>

Issue



Article



Irina Vyacheslavovna Vershinina

The Novosibirsk Technological Institute  
the branch of the Kosygin State University of Russia  
Candidate of Engineering Sciences, associate Professor,  
Novosibirsk, Russia

## ELIMINATION OF WASTES BY SIX SIGMA IN SEWING PRODUCTION

**Abstract:** The article presents the main stages of the "six sigma" method for improving the processes of sewing production. An example of the use "six sigma" method during laboratory work in the discipline of the master's degree "Innovations in the preparation of production" in the study of the process "Manufacture of a slot pocket with two threads and a valve" was considered. The effectiveness of this method is shown.

**Key words:** lean production, six sigma, sewing production.

**Language:** Russian

**Citation:** Vershinina, I. V. (2023). Elimination of wastes by six sigma in sewing production. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 11 (127), 339-346.

**Soi:** <http://s-o-i.org/1.1/TAS-11-127-42> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2023.11.127.42>  
**Scopus ASCC:** 2209.

### УСТРАНЕНИЕ ПОТЕРЬ МЕТОДОМ «ШЕСТЬ СИГМ» ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

**Аннотация:** В статье представлены основные этапы метода «шесть сигм» для совершенствования процессов производства швейных изделий. Рассмотрен пример использования метода «шесть сигм» при проведении лабораторных работ по дисциплине магистратуры «Инновации в подготовке производства» при изучении процесса «Изготовление прорезного кармана с двумя обтачками и клапаном». Показана эффективность применения данного метода.

**Ключевые слова:** бережливое производство, шесть сигм, швейное производство.

#### Введение

Перед российскими швейными предприятиями в настоящее время стоит сложная задача удовлетворения потребностей населения в качественной одежде разнообразного ассортимента. Для ее решения предприятию в современных условиях нужно научиться быть эффективным, понимать свой производственный потенциал [1], непрерывно искать и устранять потери. Вопрос повышения качества продукции является одним из важнейших для обеспечения конкурентоспособности. При этом необходимо руководствоваться требованиями нормативных документов [2-4], использовать современные концепции для организации производственного процесса, в том числе бережливое производство одежды [5], а также использовать скрытые возможности предприятия за счет настройки

процессов на выпуск качественной продукции с использованием системы, т.е. использование метода «шесть сигм» [6].

Основная идея системы «шесть сигм» – если существующий производственный процесс может производить некоторое количество качественной продукции, то его можно настроить на регулярное и стабильное производство большего количества качественной продукции [6].

Если в существующем процессе есть определенные проблемы, приводящие к снижению качества продукции, то можно настроить процесс на изготовление более качественной продукции.

Для швейного предприятия, использующего инструменты бережливого производства при изготовлении швейных изделий, использование метода «шесть сигм» является логичным и легко

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
РИИЦ (Russia) = 3.939  
ESJI (KZ) = 8.771  
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

встраиваемым в систему управления производственными процессами. Это соответствует системе непрерывного совершенствования процессов «кайдзен» и способствует повышению производительности предприятий и качества продукции.

В основу метода «шесть сигм» положена система настройки регулярных бизнес-процессов на снижение всех типов дефектов и потерь с помощью последовательного выполнения проектов по устранению корневых причин дефектов на основе количественных исследований процессов [6]. В названии метода используется значение среднеквадратичного отклонения  $\sigma$  (сигма), которое показывает степень вариабельности процесса, то есть является мерой разброса параметров на выходе процесса. В

идеальном случае от среднего значения измерения до границы допуска укладывается 6  $\sigma$ . В этом случае вероятность произвести дефектную продукцию стремится к нулю и составляет всего 3,4 дефекта на миллион возможностей – рис. 1. Для оценки вариабельности процесса на действующем предприятии используется методика расчета количества сигм по ГОСТ Р ИСО 13053–1 [7]. При внедрении на предприятии системы «шесть сигм» в первую очередь оценивается начальная ситуация путем расчета данного показателя, и в дальнейшем, рассчитывая количество сигм после внедрения определенных мероприятий по улучшению качества продукции, можно оценивать их эффективность.

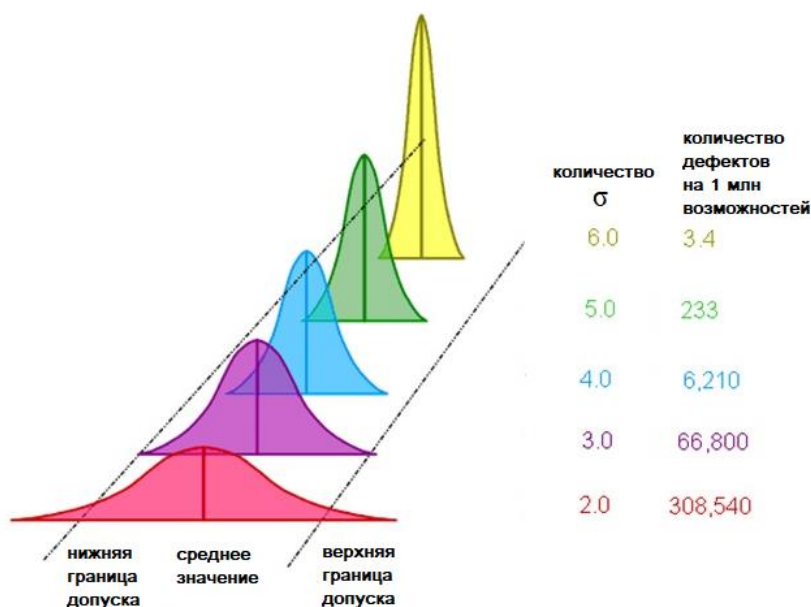


Рисунок 1 – Вариабельность процесса

Чем выше вариабельность процесса, тем больше возникает потерь:

- дефекты швейных изделий: могут возникать на разных этапах производственного процесса, проявляться как в изменениях значений параметров, так и в динамическом изменении количества дефектов;

- издержки производства швейных изделий: могут проявляться в колебаниях объемов затрат, в нарушении норм и статей бюджета и т.д.;

- потери ресурсов: из-за снижения неэффективной организации труда рабочих при подготовке и раскрое материалов при изготовлении швейных изделий в потоке, из-за снижения производительности оборудования; неэффективного использования материалов;

- потери времени: нарушение сроков поставки материалов на производство, отсутствие

обоснованных норм времени на технологические операции, аварийные и технологические простои.

Метод «шесть сигм» позволяет применить количественные статистические исследования для совершенствования производственного процесса. Процесс должен обеспечивать производство такой продукции, результатом которого являются такие показатели качества, которые во-первых всегда находятся в рамках допуска (отсутствует брак), во-вторых, их средние значения находятся в середине допуска и разброс характеристик так мал, что существует уверенность в стабильности процесса даже при существенном внешнем воздействии на него.

Метод «шесть сигм» предполагает создание эффективных систем сбора достоверных данных о процессе, анализ этих данных с помощью статистических инструментов, проведение

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
РИИЦ (Russia) = 3.939  
ESJI (KZ) = 8.771  
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

экспертных исследований, разработку решений по модернизации процесса [6].

На швейном предприятии, как и на любом другом производстве, основными факторами, которые могут повлиять на выход процесса, являются люди, оборудование, среда, технология и сырье. Поэтому для внедрения метода «шесть сигм» необходимо учесть именно эти составляющие производственной системы. В частности, необходимо описать все возможные типы потерь, дефектов издержек (чтобы контролировать выход процесса). Нужно обеспечить статистический контроль процессов, в том числе с использованием системы менеджмента качества на предприятии. Следует

подготовить почву для внедрения метода путем новых подходов к обучению, созданию новой корпоративной и технологической культуры. Очень важно проработать и апробировать технологию внедрения метода «шесть сигм» на швейном предприятии.

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 13053-1 [7] основу метода «шесть сигм» составляет реализация следующих этапов: определение, измерение, анализ, совершенствование, контроль – методология DMAIC (английская аббревиатура DMAIC - define, measure, analyse, improve and control) – рис 2.

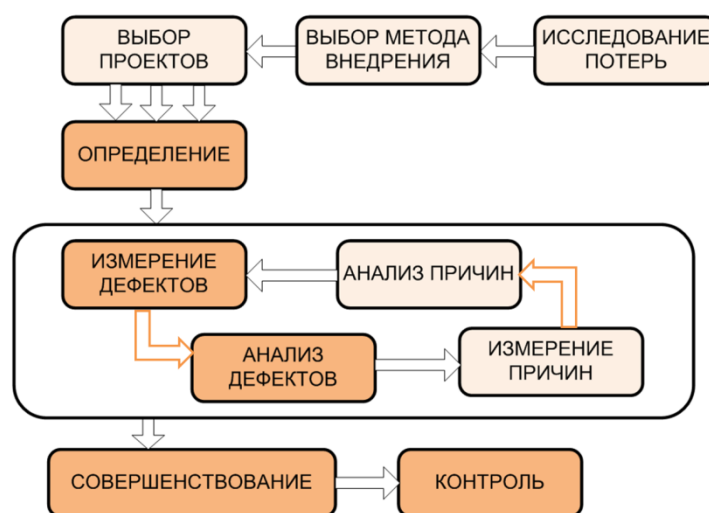


Рисунок 2 - Этапы методологии DMAIC

Исследование возможности использования метода «шесть сигм» на швейном предприятии было проведено в лабораторных условиях в рамках дисциплины магистратуры «Инновации в подготовке производства» при изучении процесса «Изготовление прорезного кармана с двумя обтачками и клапаном». В качестве исходных данных были использованы: эскиз метода обработки; технологическая последовательность; 24 единицы продукции (узлы, изготовленные студентами бакалавриата в ходе изучения дисциплины «Технология швейных изделий»).

Предпроектные исследования начинаются с исследования потерь. Этот этап является очень важным, здесь необходимо выявить наиболее

значимые потери. Устранение этих потерь приведет к видимому экономическому эффекту и обеспечит успешное внедрение метода «шесть сигм». Внедрением метода «шесть сигм» на предприятии должна заниматься рабочая группа, функции которой определены стандартом ГОСТ Р ИСО 13053-1 [7].

Для реализации процессного подхода и эффективного поиска потерь первостепенной важности нужно построить карту бизнеса, а на ее основе карту потерь. Для исследуемого процесса «Изготовление кармана с двумя обтачками и клапаном» построена карта потерь, представленная на рис. 3.

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 1.582	ПИИЦ (Russia) = 3.939	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.771	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350

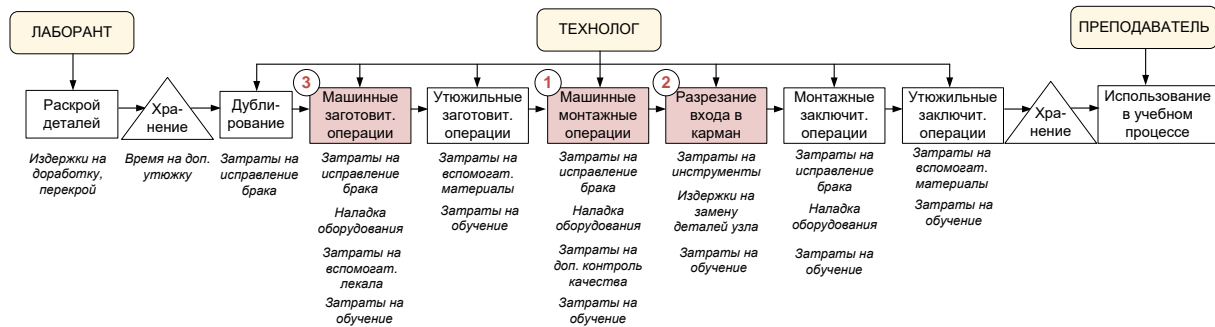


Рисунок 3 - Карта потерь процесса «Изготовление кармана с двумя обтачками и клапаном»

Чтобы составить карту потерь, необходимо проанализировать этапы производственного процесса, выявить возможные дефекты на каждом из этих этапов, понять, какие издержки возникают вследствие устранения дефектов, какие потери несет предприятие. Структура дефектов, издержек и потерь определяется особенностями процесса. В данном примере рассматривается процесс раскроя деталей узла лаборантом, хранение кроя, изготовление узла под руководством технолога (преподаватель дисциплины «Технология швейных изделий»), а также дальнейшее использование полученной продукции при обучении других студентов другими преподавателями. Для выявления источников потерь рабочая группа осуществляет коллективное обсуждение и индивидуальные предложения. В итоге из карты бизнеса формируется карта потерь с указанием источников потерь. В реальном бизнесе далее обязательно осуществляются экономические расчеты для оценки и прогноза потерь.

На этапе выбора метода внедрения «шесть сигм» оценивается уровень готовности предприятия. Вариантами внедрения метода «шесть сигм» на российских предприятиях являются «Корпоративная культура», «Проектная система» и «Партизанская война» [6]. Для исследуемого процесса наиболее подходящим вариантом стала «Проектная система», рекомендуемая для среднего уровня готовности предприятия.

Для оценки значимости этапов исследуемого процесса, на которых возникает наибольшее количество дефектов, применен метод экспертных оценок. Наиболее значимыми этапами являются этапы выполнения машинных заготовительных и

монтажных операций, а также этап разрезания переда по линии входа в карман. Именно этот участок процесса будет в дальнейшем настроен с использованием метода «шесть сигм».

После выполнения предпроектных этапов выполняется этап «Определение», на котором выполняется сбор и анализ существующей информации, определяется начальный уровень качества продукции в производственной системе [6, 7].

В первую очередь на данном этапе устанавливается точный перечень дефектов продукции и границы их допусков. При этом нужно использовать нормативные документы данной предметной области (для швейных изделий это ГОСТы, устанавливающие терминологию изделий и деталей [8, 9], ГОСТы, регламентирующие качество швейных изделий [3, 4], а также нормативные документы в области системы менеджмента качества [2]). Кроме нормативных документов также очень важно услышать так называемые «голос клиента» и «голос процесса». «Голос клиента» – это целенаправленный сбор информации о требованиях потребителя к качеству готовой продукции, а «голос процесса» – требования каждого следующего участка процесса к полуфабрикату и организации работы предыдущего процесса. Так формируется перечень КДК – критических для качества характеристик продукта [6]. На основе КДК составляются операционные определения дефектов, т.е. их точные формулировки, позволяющие однозначно идентифицировать дефект в производстве. Для исследуемого процесса перечень операционных дефектов представлен в табл. 1.

Таблица 1. Перечень операционных дефектов узла «карман с двумя обтачками и клапаном»

Номер	Наименование дефекта
1	Неравномерная ширина верхней обтачки
2	Неравномерная ширина нижней обтачки
3	Искривленный край клапана
4	Разноширинность верхней и нижней обтачек

**Impact Factor:**

<b>SISRA (India)</b> = 6.317	<b>SIS (USA)</b> = 0.912	<b>ICV (Poland)</b> = 6.630
<b>ISI (Dubai, UAE)</b> = 1.582	<b>ПИИЦ (Russia)</b> = 3.939	<b>PIF (India)</b> = 1.940
<b>GIF (Australia)</b> = 0.564	<b>ESJI (KZ)</b> = 8.771	<b>IBI (India)</b> = 4.260
<b>JIF</b> = 1.500	<b>SJIF (Morocco)</b> = 7.184	<b>OAJI (USA)</b> = 0.350

5	Неровная рамка кармана
6	Нестыковка и перекрывание верхней и нижней обтачек
7	Некачественное закрепление углов кармана
8	Искривление швов стачивания/притачивания подкладки или отсутствие строчки
9	Неправильное соединение подзора с подкладкой
10	Слабая или стянутая строчка
11	Отсутствие строчки стачивания подкладки кармана /нарушение целостности строчки
12	Незахватывание припуска шва

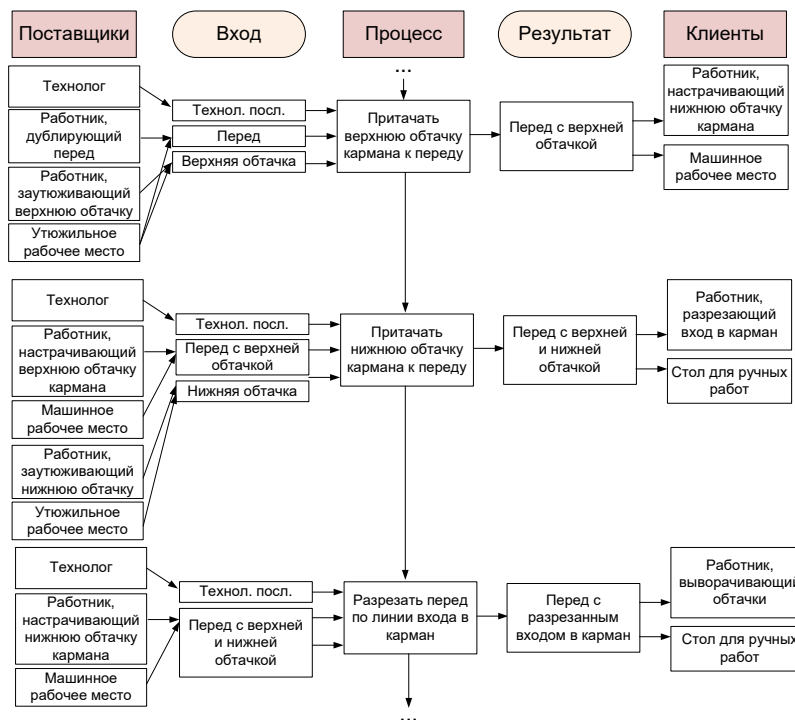
Далее составляется карта процесса для выявления факторов, влияющих на качество продукции. Наиболее подходящей является карта ПВПРК (SIPOC). Для ее построения необходимо выбрать участок процесса (не более 15 этапов). Для каждого этапа определить «вход», а также «поставщика», т.е. источник сырья/полуфабрикатов, а также управляющих воздействий. Далее для каждого этапа определить «результат», то есть конечный продукт, а также «клиента», т.е. потребителя производимой данным участком продукции. Если тщательно составить и изучить карту, можно увидеть все

наиболее существенные факторы управления процессом [6].

Для исследуемого процесса ограничились этапами, которые были выделены на стадии анализа карты потерь, и где возникают выявленные операционные дефекты.

Карту ПВПРК обычно дополняют описанием процесса, которое необходимо для расшифровки некоторых кратких формулировок и фиксации количественной информации по каждому этапу

Фрагмент карты ПВПРК исследуемого процесса представлен на рис. 4.



**Рисунок 4 - Фрагмент карты ПВПРК процесса «Изготовление кармана с двумя обтачками и клапаном»**

На стадии «Определение» также устанавливается начальный уровень количества сигм. Для исследуемого процесса начальный уровень сигм составил 1,57 σ, что соответствует значительному количеству дефектной продукции.

Внедрить систему «шесть сигм» для устранения всех выявленных дефектов сразу нецелесообразно, так как это связано со значительным объемом работ. Для выбора

наиболее значимых дефектов можно использовать различные методы, в том числе экспертный анализ, но наиболее простым и эффективным количественным методом является диаграмма Парето. Для исследуемой группы дефектов анализ Парето показал, что в первую очередь нужно устранять группу из 7 наиболее значимых дефектов. Именно для этой группы в дальнейшем



## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
 ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
 GIF (Australia) = 0.564  
 JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
 ПИНЦ (Russia) = 3.939  
 ESJI (KZ) = 8.771  
 SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
 PIF (India) = 1.940  
 IBI (India) = 4.260  
 OAJI (USA) = 0.350

выполняются следующие шаги исследования –  
 рис. 5.

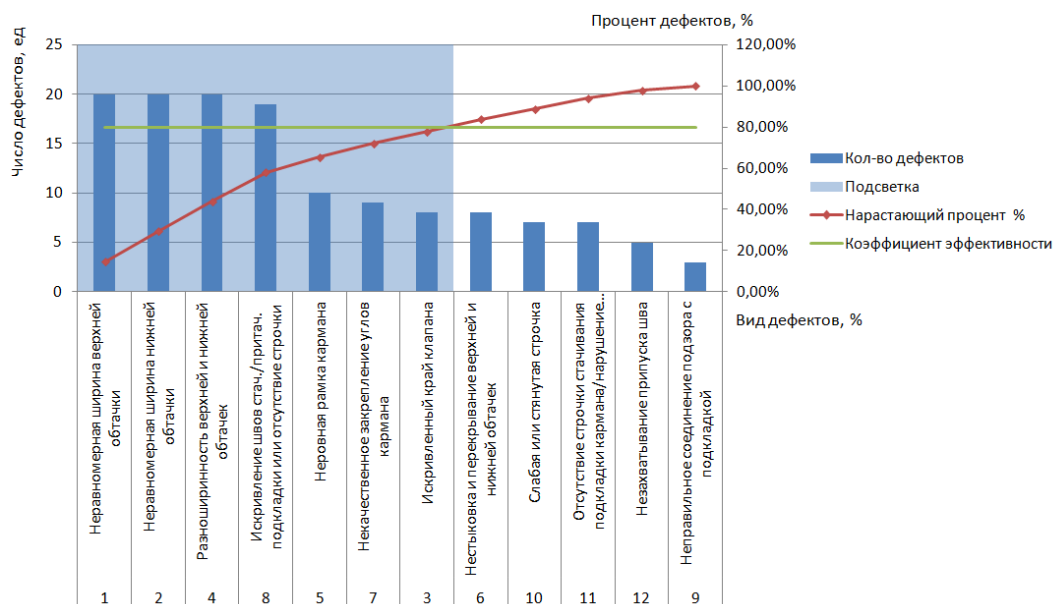


Рисунок 5 - Диаграмма Парето

Целью этапа «Измерение» является получение оперативной и достоверной информации о количестве дефектов и их динамике. На этом этапе разрабатывается система измерения каждого конкретного дефекта в динамике. При этом широко используются статистические методы контроля качества, в частности контрольная карта [10, 11]. Для измерения каждого из наиболее значимых дефектов разработана методика, в которой указываются: наименование дефекта; тип данных (непрерывные или дискретные); возможный размах; устанавливается требуемая точность измерения (обычно от 2 до 5%); определяются инструменты для измерения, а также детально прописывается процедура измерения и требования к контролеру. Целесообразно составить инструкцию по процедуре измерения. Далее выполняется расчет объема выборки по методике, изложенной в ГОСТ Р ИСО 13053-2 [10]. Для исследуемого процесса не

представляется возможности исследовать процесс в динамике и менять объем выборки, но для реального производства обязательно производится этот мониторинг для оценки стабильности процесса.

На этапе «Анализ» необходимо определить причины возникновения дефектов. Для этого используются разнообразные методы, в том числе визуальный, корреляционный и регрессионный анализ данных, статистические методы анализа данных, планирование эксперимента. Часто используются экспертные методы, наиболее интересными из которых являются диаграмма Исикавы (причинно-следственная диаграмма) и метод «5 Почему?». Суть этих методов изложена в ГОСТ Р ИСО 13053-2 [10], а также в литературных источниках по статистическим методам контроля качества [11]. На рис. 6 представлена диаграмма Исикавы для поиска причин возникновения дефекта «Неравномерная ширина верхней обтачки».

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 1.582	ПИИЦ (Russia) = 3.939	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.771	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350

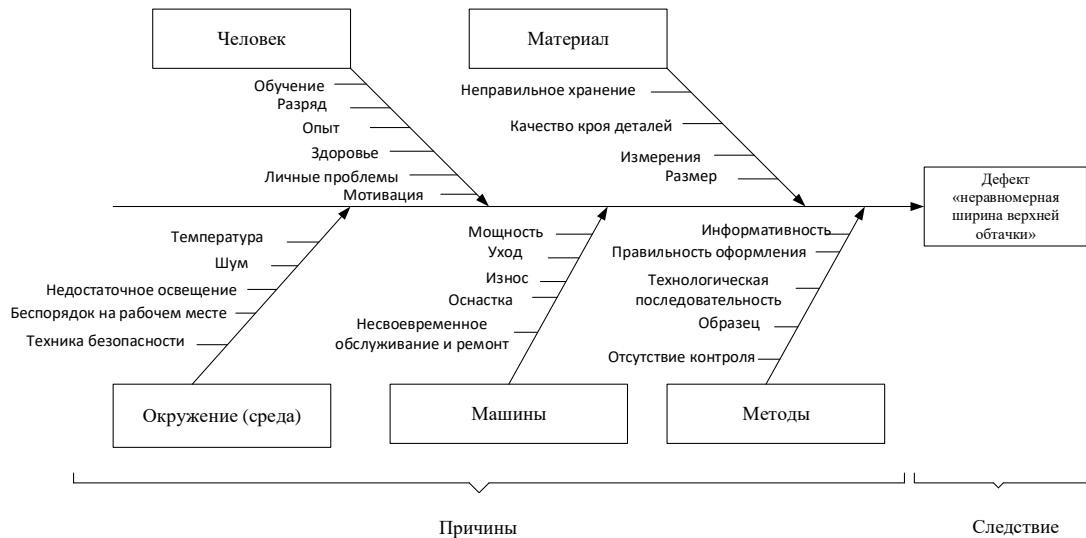


Рисунок 6 - Диаграмма Исикавы для дефекта «Неравномерная ширина верхней обтачки»

Результатом этапа «Анализ» является перечень мероприятий для устранения выявленных причин возникновения дефектов. Эту гипотезу можно и нужно проверять в лабораторных условиях, но самым главным действием является внедрение разработанных мероприятий. Это выполняется в ходе этапа «Совершенствование». Целью этого этапа является реализация решений и задач совершенствования производственного процесса. Внедрение предложенных изменений возможно тремя способами: настройка процессов, локальная модернизация и реинжиниринг процессов [6]. Наиболее мягким и требующим минимальных затрат является метод настройки процессов. Для исследуемого процесса он является наиболее подходящим. Очень важно спланировать

организацию работ по внедрению метода «шесть сигм», свести к минимуму риски возможных негативных последствий, осуществлять постоянное информирование участников процесса, довести до сведения всех работающих (в нашем случае преподавателя и обучающихся) предлагаемый план изменений. Очень полезным является составление и внедрение инструкционных документов. Так для исследуемого процесса предложен ряд мероприятий по совершенствованию процесса изготовления узла для устранения дефекта «Неравномерная ширина верхней обтачки». Составлена инструкционная карта для технологической операции «Притачать верхнюю обтачку кармана к переду», представленная на рис. 7.

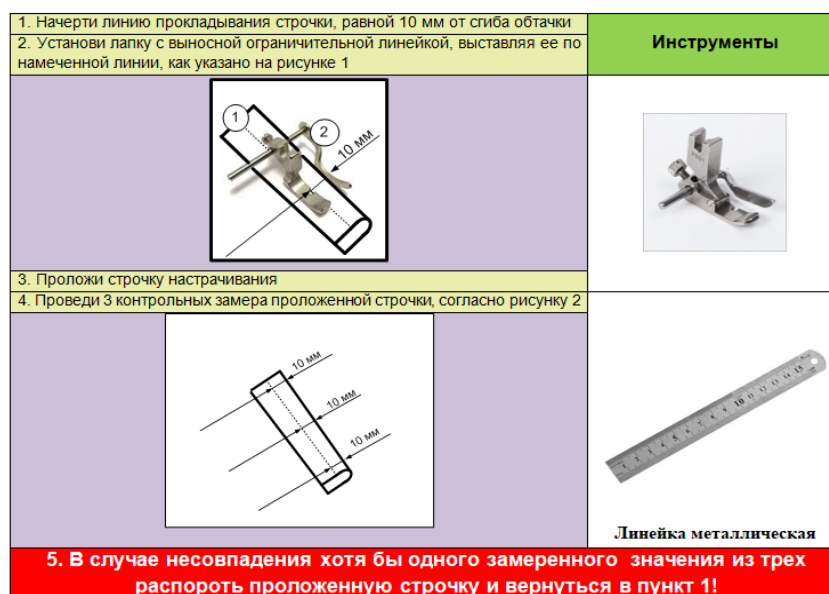


Рисунок 7 – Инструкционная карта выполнения технологической операции «Притачать верхнюю обтачку кармана к переду»

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
РИИЦ (Russia) = 3.939  
ESJI (KZ) = 8.771  
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

Основным результатом этапа «Совершенствование» является практическое устранение причин возникновения дефектов, повышение качества производимой продукции. Полученный эффект необходимо закрепить. Это выполняется на стадии «Контроль». Целью данного этапа является закрепление преимуществ от совершенствования процесса на долгий срок. После внедрения мероприятий по совершенствованию процесса ожидается уменьшение количества дефектной продукции. Следовательно, целесообразно оценить уровень сигм на этой стадии в соответствии с ГОСТ 13053-1 [7].

Для исследуемого процесса определено количество сигм после внедрения изменений, итогом которого является устранение или значительное снижение наиболее значимых

дефектов. Итоговый уровень сигм составил 2,76σ, что показывает значительное улучшение процесса. Однако до уровня 6σ данный процесс не настроен, следовательно, цикл DMAIC необходимо повторять, снова выявляя наиболее значимые дефекты, измеряя, анализируя, совершенствуя и контролируя их в соответствии с методом «шесть сигм».

Таким образом, использование метода «шесть сигм» при изготовлении швейных изделий является действующим инструментом для настройки производственного процесса на выпуск качественной продукции. Этот инструмент может быть использован при проектировании и реконструкции действующих швейных предприятий (средних и малых) наряду с другими инструментами бережливого производства [5].

## References:

1. Bojchenko, E.A., (2022). *Proizvodstvennyj potencial predpriyatiya, metody ego opredeleniya i formirovaniya*. Fundamental'nye i prikladnye nauchnye issledovaniya v oblasti inklyuzivnogo dizajna i tekhnologij: opyt, praktika i perspektivy. Sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. (pp.204-208). Moskva.
2. (2015). *GOST R ISO 9000-2015. Sistemy menedzhmenta kachestva. Osnovnye polozeniya i slovar'*.
3. (n.d.). *GOST 24103-80. Izdeliya shvejnye. Terminy i opredeleniya defektov*.
4. (n.d.). *GOST 4103-82. Izdeliya shvejnye. Metody kontrolya kachestva*.
5. Vershinina, I.V., & Grebneva, Yu.S. (2022). Osobennosti proektirovaniya malyh shvejnyh predpriyatij s berezhlivym proizvodstvom odezhdy. «*Theoretical&AppliedScience*», 2022, №12(116), pp. 44-52.
6. Kazincev, A. V. (2009). *Shest' sigm v Rossii. Metodika snizheniya poter', defektov, izderzhhek*. (p.368). Moscow: Tipografiya «Novosti».
7. (2015). *GOST R ISO 13053-1-2015 Statisticheskie metody. Kolichestvennye metody uluchsheniya processov SHest' sigm. Chast' 1. Metodologiya DMAIC*.
8. (2022). *GOST 17037-2022. Izdeliya shvejnye. Terminy i opredeleniya*.
9. (n.d.). *GOST 22977-89. Detali shvejnyh izdelij. Terminy i opredeleniya*.
10. (2015). *GOST R ISO 13053-2-2015: Statisticheskie metody. Kolichestvennye metody uluchsheniya processov SHest' sigm. CHast' 2. Metody*.
11. (1990). *Statisticheskie metody povysheniya kachestva: Per. s angl./pod red. H. Kume*, (p.304). Moscow: Finansy i statistika.