

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Неразрушающего контроля
Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством
Кафедра: Физических методов и приборов контроля качества

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Специфика применения методологии бережливого производства на предприятии

УДК 658.18(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Г21	Васильева Светлана Сергеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ФМПК	Редько Л.А.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой менеджмента	Чистякова Н.О.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Гусельников М.Э.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
ФМПК	Суржиков А.П.	д.ф.-м.н. профессор		

Томск – 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Неразрушающего контроля
Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством
Кафедра: Физических методов и приборов контроля качества

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1Г21	Васильевой Светлане Сергеевне

Тема работы:

Специфика применения методологии бережливого производства на предприятии

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2016 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом исследования является деятельность предприятия по выпуску различных типов манометров. Предметом исследования является потенциально возможное применение методологии бережливого производства на сборочном участке предприятия. Исходными данными к работе является документация организации (отчёты по качеству, результаты контроля ОТК, калькуляция), стандарты ГОСТ Р 56000.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ деятельности предприятия с помощью различных методов и инструментов. Разработка рекомендаций по применению методологии бережливого производства на предприятии.

Перечень графического материала	Контрольные карты в программе Statistica, диаграммы Парето и Исикавы, диаграмма Ганта, презентация в Power Point
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Чистякова Н.О.
Социальная ответственность	Гусельников М.Э.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ФМПК	Редько Л.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Г21	Васильева Светлана Сергеевна		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Неразрушающего контроля
Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством
Уровень образования: Бакалавриат
Кафедра: Физических методов и приборов контроля качества
Период выполнения: осенний/весенний период 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2016 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.03.2016	<i>Общие сведения о предприятии по выпуску манометров</i>	20
01.04.2016	<i>Анализ деятельности предприятия</i>	20
21.04.2016	<i>Разработка рекомендаций для применения методологии бережливого производства на сборочном участке предприятия</i>	20
19.05.2016	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	20
23.05.2016	<i>Социальная ответственность</i>	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ФМПК	Редько Л.А.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФМПК	Суржиков А.П.	д.ф.-м.н. профессор		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ОПП

Код результата	Результат обучения	Требование ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
	<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Способность применять глубокие базовые естественнонаучные, математические и инженерные знания, научные принципы, лежащие в основе профессиональной деятельности для разработки, внедрения и совершенствования систем менеджмента качества организации, учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты.	Требования ФГОС (ПК-1,5,6). Критерий 5 АИОР (п.5.2.1, 5.2.2, 5.2.8), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI.
P2	Способность ставить и решать инновационные задачи, связанные с созданием новых систем и методов управления качеством, оценить экономическую эффективность процессов, кроме того, уметь принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа.	Требования ФГОС (ПК-6,7,8). Критерий 5 АИОР (п.5.2.3, 5.2.7), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI.
P3	Способность осуществлять исследование основных, вспомогательных процессов и процессов управления организацией, разрабатывать их модели, проводить регламентацию, мониторинг, планировать аудит подразделений и процессов.	Требования ФГОС (ПК-2,10,13). Критерий 5 АИОР (п.5.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI.
P4	Способность использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей проектирования систем управления качеством производства, владеть методами оценки прогресса в области улучшения качества, уметь критически оценивать полученные теоретические и практические данные и делать выводы, использовать правовые основы в области обеспечения качества.	Требования ФГОС (ПК-3,4). Критерий 5 АИОР (п.5.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI.
P5	Способность проводить теоретические и экспериментальные исследования в области управления качеством продукции, процессов и систем, создания новых процессов и систем управления качеством в сложных и неопределённых условиях.	Требования ФГОС (ПК-8,9,10,11,12,13). Критерий 5 АИОР (п.5.2.4), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI.
	<i>Общекультурные компетенции</i>	
P6	Способность исследовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности.	Требования ФГОС (ОК-6). Критерий 5 АИОР (п.5.2.9), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI.

Код результата	Результат обучения	Требование ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
P7	Способность эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя команды, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.	Требования ФГОС (ОК-4,5). Критерий 5 АИОР (п.5.2.9), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI.
P8	Способность активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, с пониманием культурных, языковых и социально-экономических различий, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-2,3). Критерий 5 АИОР (п.5.2.10, 5.2.11), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI.
P9	Способность демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития.	Требования ФГОС (ОК-6,7). Критерий 5 АИОР (п.5.2.12), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI.
P10	Способность самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности, находить необходимую литературу, базы данных, информацию, соблюдать основные требования информационной безопасности.	Требования ФГОС (ОК-1,2). Критерий 5 АИОР (п.5.2.5, 5,2,14), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 121 с., 15 рис., 25 табл., 21 источник, 13 прил.

Ключевые слова: БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ПОТЕРИ, КАЧЕСТВО, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС, ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

Объектом исследования является деятельность предприятия по выпуску приборов измерения давления и температуры.

Цель работы – разработка методических рекомендаций по применению методологии бережливого производства на сборочном участке предприятия.

В процессе исследования был проведён анализ деятельности предприятия, в том числе анализ процесса сборки механизмов для манометров, с помощью различных инструментов и методов.

В результате исследования были определены основные проблемы на сборочном участке предприятия. На основании полученных результатов были разработаны рекомендации по повышению эффективности производственного процесса с помощью инструментов бережливого производства.

Область применения: производство.

Экономическая значимость работы: рассчитаны затраты на разработку и внедрение рекомендаций; определена экономическая эффективность.

В будущем планируется реализовать рекомендации на сборочном участке предприятия и продолжить улучшение производственного процесса при помощи инструментов бережливого производства.

Оглавление

Введение	10
1 Обзор литературы	13
1.1 История развития методологии БП.....	13
1.2 Сущность методологии бережливого производства	18
1.3 Основные методы и инструменты бережливого производства.....	20
1.4 Методы и инструменты для анализа деятельности предприятия	25
1.5 Трудности при внедрении бережливого производства в России	32
2 Характеристика предприятия	34
2.1 Общие сведения о предприятии	34
2.2 Алгоритм производства манометра	36
2.3 Сборочный участок, описание процесса сборки механизмов для манометров	39
3 Анализ деятельности предприятия.....	44
3.1 Анализ процесса сборки манометров	44
3.2 Анализ сборочного участка	48
3.3 Анализ выявленных несоответствий механизмов на сборочном участке.....	51
3.4 Вывод	53
4 Предложения по улучшению.....	55
4.1 Обучение сотрудников предприятия	55
4.2 Организация производственного участка и рабочих мест (5S).....	56
4.3 Первые шаги к реализации принципа «Точно вовремя» (создание канбан – доски)..	60
4.4 Оценка экономической эффективности применения рекомендаций	62
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	65
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	66
5.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	68
5.3 Планирование научно- исследовательской работы	70
5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	80
6 Социальная ответственность.....	84
6.1 Введение.....	86
6.2 Производственная безопасность.....	87
6.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	91
6.4 Экологическая безопасность.....	94

6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	94
6.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	96
Заключение	98
Список использованных источников	100
Приложение А – Краткая характеристика инструментов БП	102
Приложение Б – Перечень средств измерения, конструируемых и изготавливаемых на предприятии	103
Приложение В – Характеристика элементов манометра	104
Приложение Г – Модель процесса производства манометра	106
Приложение Д – Текущая схема сборочного участка	107
Приложение Е – Алгоритм сборки механизма для манометра	108
Приложение Ж – КПСЦ текущего состояния производственного процесса сборки механизмов.....	109
Приложение З – Диаграмма перемещений рабочих на участке «Спагетти».....	111
Приложение И – Карта будущего состояния.....	113
Приложение К – Несоответствия по операциям технологического процесса.....	115
Приложение Л - Выявленные потери и мероприятия по их устранению	116
Приложение М – Схема будущего участка.....	119
Приложение Н – Диаграмма Ганта проведения научного исследования	120

Введение

Среди множества факторов, определяющих эффективность деятельности организации, можно отметить освоение менеджментом современных концепций управления. Это обусловлено практической необходимостью повышения эффективности производства и улучшения качества продукции. Поэтому это актуально для многих организаций. Одной из современных управленческих концепций является «Бережливое производство» (БП).

Концепция БП может содействовать организациям в повышении их конкурентоспособности и эффективности деятельности, предлагая комплекс методов и инструментов по всем направлениям деятельности, позволяющим производить товары в минимальные сроки и с минимальными затратами требуемым потребителем качеством. Применение БП предполагает определенный способ мышления, рассматривая любую деятельность с точки зрения ценности для потребителя и сокращения всех видов потерь.

Российское производство в настоящий момент переживает трудные времена: это сокращение производства, утечка высококвалифицированных специалистов и капитала, устаревшее оборудование. Ко всему этому низкая эффективность процессов и низкий уровень мотивации персонала, непосредственно участвующего в процессе создания ценности. Поэтому вопросы повышения производительности труда, эффективности процессов, снижения потерь, повышения качества – остро стоят перед руководством практически каждого предприятия в России, независимо от отрасли деятельности. И предприятие по выпуску приборов измерения давления и температуры не исключение.

На российском рынке сейчас достаточно много предприятий, производящих манометры. Наиболее крупные среди них: ОАО «Манотомь» (г. Томск), ООО «Манометр» (г. Энгельс), ОАО «Теплоконтроль» (г. Казань), ОАО «ВИКА МЕРА» (г. Москва), ЗАО «ПО ФизТех» (г. Томск), ЗАО «Росма» (г. Санкт-Петербург). Большинство российских предприятий

конкурируют за счет низких цен на свою продукцию, используя китайские комплектующие, дешевые материалы и упрощая конструкции. Все это приводит к снижению качества манометров и их ремонтпригодности. Способствовать решению данной проблемы может освоение методологии БП на российских предприятиях. Она позволит снизить издержки и повысить качество выпускаемых приборов. Но бережливое производство нацелено не на сиюминутную экономическую выгоду, а на долгосрочную перспективу.

С целью повышения эффективности производства и качества продукции, сокращения издержек на производство руководством одного из манометрических предприятий было принято решение начать осваивать методологию БП. Это даст возможность конкурировать продукции предприятия на российском и международном рынках по цене и качеству.

Поэтому целью исследования является разработка методических рекомендаций по применению методологии БП на сборочном участке предприятия.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- 1) изучить основы бережливого производства, основные принципы, инструменты и методы;
- 2) определить, какие методы и инструменты могут быть использованы при применении методологии бережливого производства;
- 3) рассмотреть общую характеристику предприятия, его основные виды деятельности;
- 4) провести общий анализ процесса сборки манометров (оценить стабильность, определить потери от несоответствий и затраты на их устранение);
- 5) провести детальный анализ процесса сборки механизмов и выявить существующие потери на участке;
- 6) в соответствии с выявленными потерями разработать рекомендации по применению инструментов бережливого производства на сборочном участке с целью повышения операционных показателей;

7) оценить рентабельность и экономическую эффективность разработки и внедрения проекта по применению инструментов бережливого производства на сборочном участке предприятия.

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является деятельность предприятия по выпуску приборов измерения давления и температуры.

Предмет исследования - потенциально возможное применение методологии бережливого производства на сборочном участке предприятия.

Ценность работы состоит в том, что полученные результаты и рекомендации, представленные в данной работе, будут использованы при внедрении бережливого производства на сборочном участке предприятия.

1 Обзор литературы

1.1 История развития методологии БП

Концепция БП (Lean Production, Lean) создана на основе производственной системы Toyota (Toyota Production System –TPS).

Одним из создателей управления по принципам БП была компания Toyota, которая в 1965 г. применила их на сборочном производстве. Производственная система компании направлена на абсолютное исключение потерь. «Отец» производственной системы Toyota и БП – Тайити Оно. Японцам удалось наладить производство разнообразных автомобилей при минимальных издержках.

Модель TPS в виде дома представлена на Рисунке 1 [16].



Рисунок 1- «Дом бережливого производства»

Данная схема была разработана учеником Тайити Оно – Фудзио Тё для обучения персонала на заводах Toyota. В его представлении дом – это целостная структура, а не совокупность приемов и методов. И чтобы он был крепким и прочным, должны быть крепки и прочны крыша, опоры и фундамент. Слабое звено может разрушить всю систему.

Крыша – это цели (отличное качество, низкие затраты и предельно короткое время выполнения заказа). При этом на производстве значительную роль уделяют обеспечению безопасности труда,

Затем идут две внешние опоры:

1) система «точно вовремя», которая является самым известным атрибутом TPS;

2) дзидока, цель – не допустить передачи дефектных деталей на следующую стадию процесса и обеспечить автоматизацию производства с человеческим интеллектом [16].

В центре системы – люди. Так как добиться устойчивых результатов можно лишь благодаря их постоянному совершенствованию в стиле кайдзен. И наконец, фундамент составляют стандартизованные и, стабильные и надежные процессы; и хэйдзунка, поддерживающая устойчивость системы, помогая свести запасы к минимуму.

Таким образом, данная модель показывает, что является основой, а что будет результатом.

Современная система БП основана на производственной системе Toyota. Она включает в себя и множество других методов и инструментов повышения эффективности производственного процесса. За последние годы интерес к бережливому производству в России возрастает.

История развития методологии БП в России началась около 10 лет назад. В 2006 году были разработаны проекты Lean-школы и Lean – форума с целью объединения предпринимателей, заинтересованных во внедрении японских принципов конкурентоспособности на своих предприятиях. Лидирующими отраслями по применению методологии БП в то время были

предприятия машиностроения и металлообработки. Сейчас инструменты БП применяют и на железных дорогах, и предприятия по производству продовольственных товаров, и банковские организации, и небольшие офисные компании.

В настоящее время перед российской промышленностью стоит острейший вопрос – обеспечение конкурентоспособности по цене, а значит, себестоимости продукции. И одно из возможных условий, способствующих этому, кроме технических решений, - применение методологии БП. Поэтому масштабы распространения БП на территории РФ с каждым годом увеличиваются. Карта распространения БП на 2015 г. представлена на Рисунке 2 [14]. На карте отмечены предприятия, где в той или иной степени применяются методы и инструменты БП. Так же на ней обозначены люди, известные в области бережливого производства.

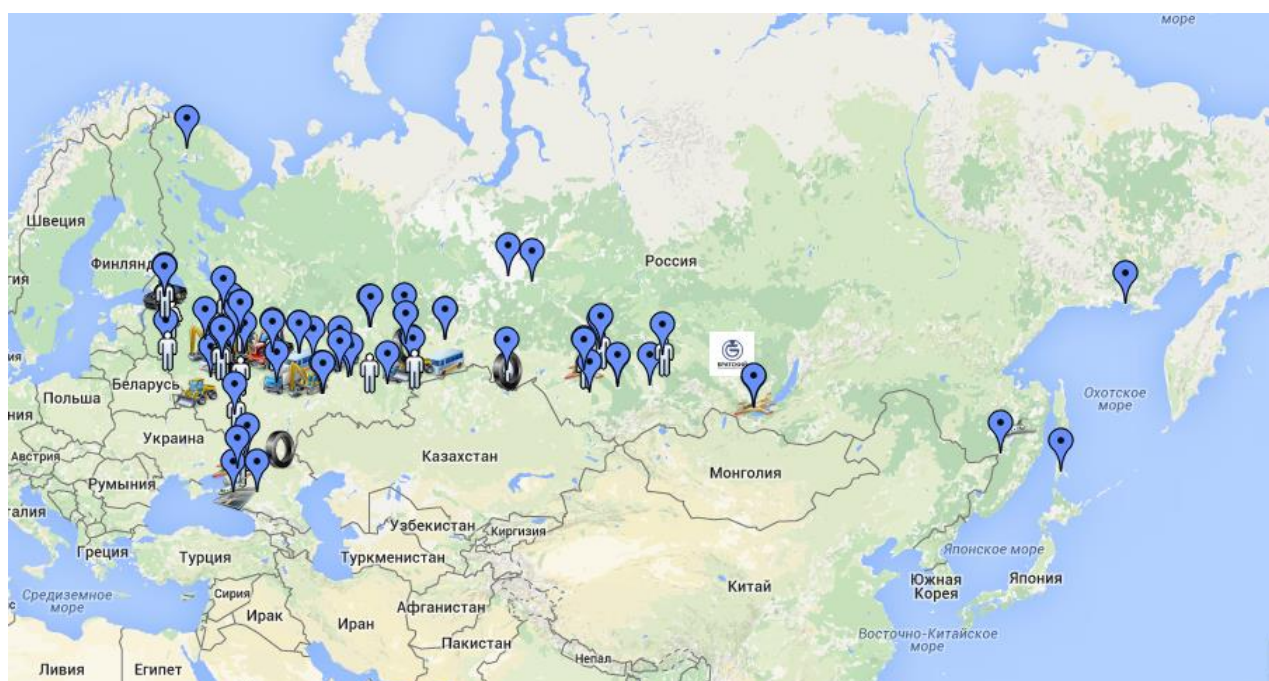


Рисунок 2 – Карта распространения бережливого производства в России

Из карты видно, что методология БП распространилась по всей России. Уже сотни предприятий встали на путь построения производственных систем на основе принципов БП. Среди них ОАО «АВТОВАЗ», ОАО «РЖД», ОАО «УАЗ», ОАО «СИБУР Холдинг» и другие

(отмечены на карте распространения БП [14]). Среди финансовых структур – ОАО «Сбербанк России», ОАО «Внешторгбанк». До недавнего времени, в Томске БП было внедрено только в таких крупных компаниях, как Сбербанк, СИБУР и РОСАТОМ. Постепенно стали появляться и небольшие Lean-предприятия в Томске. Среди них НПФ «Микран», «Томский электротехнический завод», «Сибирская аграрная группа», «Мебель полесья», «ФизтехЭнерго», «ГлассБилдинг», «ЭтноАрт» и другие [15].

На данный момент существует уже достаточно много источников, где можно познакомиться с методологией БП. Но, несмотря на рост интереса к данной теме, практических примеров ее применения не так уж и много, по крайней мере, на русском языке.

Тему бережливого производства за последние 5 лет всё чаще стали затрагивать в российских периодических изданиях, таких как: «Методы менеджмента качества», «Стандарты и качество», «Экономика и предпринимательство» и т.д. В журналах «Методы менеджмента качества» даже есть отдельный раздел, посвященный БП – «5S, TPM, Lean...». Здесь рассматриваются как теоретические аспекты методологии БП, так и практические пошаговые примеры внедрения с анализом существующих проблем.

С 2007 года в России начали активно издаваться книги по БП. Библиотека НИ ТПУ предоставляет 80 книг по тематике БП. Они содержат не только общие понятия, но и более детализированное применение отдельных инструментов БП в определенных отраслях деятельности организации. Наиболее популярные из них: Вумек Джеймс Портер «Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании», Дон Тэппинг «Бережливый офис. Устранение потерь времени и денег», Джефф Кокс «Новая цель. Как объединить бережливое производство, 6 сигм и теорию ограничений» и т.д. Некоторые из источников представлены в электронном виде, что еще больше упрощает их использование.

Книжные и интернет магазины предлагают широкий ассортимент книг на тему БП, это означает, что спрос на эту литературу стабилен. Существует множество интернет - источников, которые посвящены данной тематике, где рассматривают актуальные вопросы и проблемы. Создаются целые объединения и сообщества, которые взаимодействуют друг с другом и делятся практическим опытом применения методологии БП между собой. Оттуда можно знать об инструментах БП, философии Кайдзен, развитии производственных систем, опыте и перспективах развития БП в России.

Практически в каждом крупном городе регулярно проводят практические тренинги и семинары на тему БП. Поэтому созданы все условия для эффективного обучения сотрудников и высшего руководства основам, методам и инструментам БП.

Так же рост интереса к методологии БП в России подтверждает появления стандартов в сфере БП. 2 июня 2015 года введен в действие ряд национальных стандартов в области БП. К ним относятся:

1. ГОСТ Р 56020-2014 «Бережливое производство. Основные положения и словарь». В данном стандарте определены принципы БП.
2. ГОСТ Р 56404-2015 «Бережливое производство. Требования к системам менеджмента».
3. ГОСТ Р 56407-2015 «Бережливое производство. Основные методы и инструменты».
4. ГОСТ Р 56406-2015 «Бережливое производство. Аудит. Вопросы для оценки системы менеджмента». Данный стандарт устанавливает критерии для оценки системы менеджмента бережливого производства.
5. ГОСТ Р 56405-2015 «Бережливое производство. Процесс сертификации систем менеджмента. Процедура оценки» регламентирует порядок сертификации систем менеджмента бережливого производства».

Таким образом, методология БП приобретает широкое применение на российских предприятиях, как в производстве, так и в офисных помещениях.

1.2 Сущность методологии бережливого производства

Бережливое производство (от англ. lean production - «тощее производство») - методология управления производственным предприятием, основанная на постоянном стремлении к устранению всех видов потерь. Бережливое производство (БП) предполагает вовлечение в процесс оптимизации производства каждого сотрудника и максимальную ориентацию на потребителя.

Методология БП базируется на соответствующей философии, ценностях и принципах, которые описаны в стандарте ГОСТ Р 56020-2014 «Бережливое производство. Основные положения и словарь».

Основными принципами БП являются [1]:

1) Ориентация на создание ценности для потребителя (правило «Думай как заказчик»).

2) Постоянное улучшение (принцип Кайдзен). Целью постоянного улучшения является увеличение ценности для потребителя, улучшение потока создания ценности, сокращение потерь.

3) Вытягивание. Это такая организация процесса, при которой поставщик производит ровно столько, сколько требуется потребителю, и только тогда, когда требуется.

4) Сокращение потерь. Это основа улучшения потока создания ценности и снижения затрат.

5) Визуализация и прозрачность. Управление процессами организации осуществляется таким образом, чтобы все участники процесса могли проследить весь процесс создания ценности и имели необходимую информацию о нем.

6) Приоритетное обеспечение безопасности. Построение потоков создания ценности для потребителя и сокращение потерь следует рассматривать совместно с рисками возникновения опасных ситуаций.

7) Построение корпоративной культуры на основе уважения к человеку.

8) Встроенное качество. Необходимый уровень качества продукции должен быть на всех этапах ее жизненного цикла.

9) Принятие решения, основанного на фактах. Правила: «иди, смотри», «видеть своими глазами». Регистрация событий позволяет представить их в виде фактов, которые можно обрабатывать и анализировать.

Одно из основных понятий в концепции БП - «потери». Потери предприятия – любое действие, которое потребляет ресурсы, но не создает ценности для потребителя. Выделяют семь основных видов потерь на производстве [8]:

- перепроизводство;
- излишние запасы
- брак и переделка;
- излишние передвижения рабочего персонала;
- излишняя транспортировка;
- излишняя обработка;
- ожидания и простои.

Приведенный перечень потерь не является исчерпывающим и может быть изменен и дополнен с учетом особенностей того или иного предприятия.

Философия БП основана на представлении деятельности предприятия как потока создания ценности для потребителя, гибкости, выявлении и сокращении всех видов потерь, постоянном улучшении видов деятельности на всех уровнях организации, вовлечении и развитии сотрудников с целью повышения удовлетворённости потребителей и других заинтересованных сторон. Задачей БП является планомерное сокращение процессов и операций, не добавляющих ценности, достигая при этом высвобождения ресурсов [2].

Целеполагание в концепции БП переносит акцент с кратковременных целей на достижение долгосрочных выгод и повышения устойчивости деятельности предприятия. Поэтому особое внимание при установлении целей следует уделять не только результатам, но и увеличению

возможностей процессов и улучшению их характеристик (производительности, времени цикла, эффективности использования всех ресурсов).

Внедрение БП - это постоянный процесс, тяжелый ежедневный труд [21]. Это особая форма мышления и культура в организации. Но не стоит забывать, что при внедрении БП необходимо концентрировать внимание не только на процессах, но и на людях. Так как сотрудники – это ценный ресурс предприятия, основа эффективных непрерывных улучшений.

1.3 Основные методы и инструменты бережливого производства

Функционирование БП основано на эффективном применении взаимосвязанных инструментов и методов, способствующих устранению всех видов потерь. Основные инструменты БП включают в себя такие методы и подходы, как: Кайдзен, 5S – «Упорядочивание», стандартизацию, картирование потока, систему обслуживания оборудования TPM, быструю переналадку SMED, систему JIT («Точно вовремя»), Канбан, Рока Йока и другие [3]. Краткая характеристика данных инструментов и методов БП представлена в Приложении А.

Инструменты развития производственной системы эффективны только при комплексном использовании. Для того чтобы полностью освоить систему и она действительно работала, надо четко ставить цели и понимать важность применения инструментов решения проблем на конкретных участках – «узких местах» потока производства.

Так как на предприятии только начинают осваивать методологию БП, то было принято решение использовать элементы таких инструментов, как: система 5S, визуализация и канбан. Их внедрение создаст прочную основу для дальнейших улучшений, что приведет к устойчивому повышению эффективности деятельности предприятия. С целью диагностирования существующих «узких мест» на предприятии был использован метод БП – построение карты потока создания ценности текущего и будущего состояния.

Поэтому далее были рассмотрены более подробно данные инструменты и методы.

1.2.1 Карта потока создания ценности

Многие проекты по улучшению качества, снижению потерь, а так же снижению затрат начинаются с совершенствования существующего на предприятии потока создания потребительской ценности. Для этого активно используется карта потока создания ценности (КПСЦ), с помощью которой можно визуализировать существующее и желаемое состояние потока. Применение КПСЦ позволяет подробно, на уровне отдельных операций, описать движение материала, готовых изделий, информации в ходе протекания процесса. Это способствует выявлению «узких мест» процесса, которые увеличивают длительность, снижают эффективность и не приносят ценности для потребителя.

Описание производственного потока с применением КПСЦ – трудоёмкий процесс, который требует командной работы. Это позволит наиболее удачно описать процесс, отразить только его ключевые параметры, и не загромождать карту. Создание КПСЦ можно делать вручную, либо с использованием каких-либо программных комплектов.

КПСЦ дает возможность выявлять множество проблем, с которыми на производстве приходится сталкиваться ежедневно. Эта схема, в свою очередь, может стать основой объективной программы улучшений производственной системы на предприятии. Данный инструмент позволяет обнаружить потери, выявить и исключить (по возможности) те операции, которые не добавляют ценности продукту.

Использование инструмента КПСЦ состоит из четырех этапов [10]:

- выбор потока;
- описание текущего состояния потока;
- описание будущего состояния потока;
- составление плана достижения будущего состояния потока.

Таким образом, построение КПСЦ является важнейшим этапом применения концепции БП на предприятии, так как она позволяет увидеть весь производственный процесс, его «узкие места» и возможности для совершенствования организации процесса производства.

1.2.2 Система 5S

Освоение системы 5S считается базовой, она является необходимой предпосылкой для развертывания более сложных систем.

Система 5S («организация рабочих мест») – один из самых эффективных и распространённых инструментов оптимизации процессов на производстве, позволяющий формировать высокопроизводительные рабочие места. Система 5S предполагает пять шагов по изменению рабочих мест (см. Рисунок 2).



Рисунок 2 – Система 5S

Система 5S, как и другие инструменты БП, предполагает непрерывные улучшения рабочих мест и производственного участка. При правильном использовании системы 5S все потери становятся очевидными. Все избыточные перемещения сотрудников, затраты на поиск необходимых инструментов и оснастки, неправильное хранение сырья и т.п.

Неотъемлемая часть эффективной организации рабочего места и производственного помещения – это визуализация. При реализации мероприятий по визуализации снижается риск травматизма на производстве, уменьшается время на поиск материалов и комплектующих, происходит высвобождение производственных площадей. Да и просто производственный участок становится красивее и чище, что повышает настроение рабочего персонала и его производительность.

Так же при помощи визуализации можно не только предупреждать об опасности, быстро и доходчиво доводить любую информацию до персонала, но и осуществлять контроль, а также поддерживать информативность на высоком уровне. Поэтому существует множество способов визуализации: и стенды, и разметка пола, и маркировка запасов и т.д.

1.2.3 Канбан

Канбан – метод, позволяющий достичь принципа «точно вовремя». Представляет собой визуальный способ управления потоком. То есть в производстве используют информационные сигналы (карточки, звук, свет), которые оповещают, например, о необходимости произвести новую партию, о передачи материала с предыдущего звена на следующее.

Применение принципов канбан и «Точно вовремя» позволяют обеспечить непрерывность производства, где все материалы находятся в непрерывном движении и отсутствуют лишние запасы.

Существует множество различных способов реализации канбан (электронный канбан, карточный канбан, применение досок канбан).

Например, использование инструмента канбан для управления запасами. Существует определенный склад – место хранения готовых

деталей заранее установленной номенклатуры и определенного количества. С участка сборки рабочим необходимо обратиться к складу с использованием карточек канбан и забрать определенные детали. В свою очередь, из склада на производство этих деталей поступит сигнальный канбан, оповещающий о необходимости произвести новую партию [11].

Таким образом, применение вышеперечисленных инструментов создаст на предприятии благоприятные условия для дальнейшего внедрения наиболее сложных систем в производственном процессе, таких как TPM, SMED, Рока Йока и др. А так же будет возможность совершенствовать дальше систему 5S и инструмент Канбан на предприятии.

В общем, применение инструментов и методов в системе БП позволит организации достичь существенных результатов:

1. Рационально использовать время, имеющиеся ресурсы и производственные участки.
2. Повысить производительность каждого сотрудника, производственного участка, предприятия в целом.
3. Сократить срок разработок продукции и повышения ее качества (уменьшить количество несоответствующей продукции).
4. Сократить все виды потерь и тем самым снизить затраты.
5. Увеличить объем выпуска без увеличения мощности.
6. Сократить длительность производственного процесса.
7. Сократить запасы, а значит уменьшить складские помещения и эффективно организовать процесс поставок.

При этом БП принесет пользу и сотрудникам организации:

1. Сократиться время на поиск необходимых предметов (инструментов и оснастки, сырья и материалов, комплектующих).
2. Будут созданы наиболее безопасные условия труда для работников, что позволит избежать травматизма на производстве.
3. Эффективная организация рабочего пространства.
4. Позволит исключить лишние производственные операции.

Конечно, в мире, помимо освоения современных управленческих концепций, существуют и другие способы повышения производительности труда и эффективности производства, такие как: разработка перспективных инновационных продуктов и внедрение новых высокотехнологических процессов и технологий. Но не стоит забывать афоризм Генри Форда: «Хорошая организация работ – даже со старым оборудованием – всегда лучше плохой организации с новым оборудованием». Бережливое мышление и философия как раз будут способствовать повышению уровня организации деятельности предприятия.

1.4 Методы и инструменты для анализа деятельности предприятия

Наиболее широкое применение для анализа деятельности предприятия нашли статистические методы. Необходимость применения статистических методов вызвана изменчивостью всех процессов даже в условиях очевидной стабильности. Статистический анализ позволяет дать объективную оценку состояния процесса даже при наличии относительно ограниченного количества данных; помогает определить наиболее точно характер, степень и причины изменчивости процесса. Так же с помощью статистических методов можно оценить уровень потерь при протекании процесса.

Существуют различные статистические методы и инструменты (описаны в ГОСТ Р ИСО/ТО 10017-2005 «Статистические методы. Руководство по применению в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001»). Данные инструменты представлены в Таблице 1.

Таблица 1 – Статистические инструменты и методы

	Характеристика	Пример применения
<i>Описательная статистика</i>	Позволяет определить характеристики распределения данных. Информация, представляемая статистикой, может эффективно передаваться	- определение основных характеристик продукции; - описание поведения некоторого параметра процесса (температура печи); - построение гистограммы для

	Характеристика	Пример применения
	помощью различных графических методов: диаграмм, графиков относительного разброса двух переменных, гистограмм и т.д.	характеристик процесса; - оценка взаимосвязи между параметром процесса и выходными данными процесса с помощью графика процесса
<i>Планирование экспериментов (DOE)</i>	Статистическая оценка результатов для получения решения, соответствующего установленному уровню доверия. Методы: дисперсионный анализ («ANOVA»), графики вероятности и т.д.	- при оценке продукции или процессов (при подтверждении эффективности медицинского лечения)
<i>Проверка гипотез</i>	Статистическая процедура оценки соответствия совокупности данных (обычно из выборки) конкретной гипотезе с заданным уровнем риска. Статистические методы: выборочный контроль, карты статистического управления процессом (СКП), при планировании эксперимента, регрессионном анализе и т.д.	Используется, чтобы определить: - не превышает ли доля дефектных изделий заданного уровня; - является ли распределение совокупности нормальным; - наличие совершенствования параметров продукции или процесса и т.д.
<i>Измерительный анализ («Анализ неопределенности измерений»)</i>	Набор процедур для оценки неопределенности систем измерения в диапазоне условий, в которых система работает.	- оценка неопределенности измерений; - выбор новых измерительных инструментов.
<i>Анализ возможностей процесса</i>	Изучение присущей процессу изменчивости и распределения характеристик процесса для оценки его способности производить продукцию, соответствующую установленным требованиям.	- отслеживание показателей возможности процессов, чтобы выявлять потребности в усовершенствовании процессов и проверять эффективность таких усовершенствований; - критерий оценки поставщиков и продукции.
<i>Регрессионный анализ</i>	Связывает поведение исследуемой характеристики с потенциально причинными факторами. Цель – помочь понять потенциальную причину вариаций в исследуемой характеристике и объяснить, насколько влияет на эту вариацию каждый фактор.	- при моделировании характеристик производства: объема производимой продукции, производительности, качества исполнения, временного цикла, различных видов несоответствий в процессе.
<i>Выборочный контроль</i>	Статистический метод получения информации относительно некоторой характеристики совокупности с помощью изучения выборки из этой совокупности. Различные методы: по случайной выборке, по расслоенной, контроль с пропуском партий.	- ревизия запасов; - оценка процента изделий, удовлетворяющих заданным критериям; - для проведения проверок операторов, машин и изделий в процессе работы; - приемочный выборочный контроль.

	Характеристика	Пример применения
<i>Карты статистического управления процессом (СКП, Контрольная карта процесса)</i>	Графическое отображение данных, полученных и выборок, которые периодически отбирают из процесса и последовательно наносят на график. На картах СКП отмечают «контрольные границы». Функция – помощь в оценке стабильности процесса. Используют для обнаружения изменений в процессе.	- используют в решении проблемы рабочих мест; - используют для уменьшения ненужного вмешательства в процесс (чрезмерное регулирование).

Статистические методы позволяют лучше использовать имеющиеся данные для принятия решения и тем самым способствуют повышению качества продукции и процессов, а так же достижению удовлетворённости потребителя. Это соответствует основным принципам, на которых базируется БП.

Самые простые и часто используемые статистические инструменты – это 7 инструментов качества. Их заслуга состоит в том, что они просты, понятны, наглядны и могут быть применены сотрудниками без особой подготовки. К ним относятся [6]:

1. Контрольный листок - инструмент для сбора данных и их автоматического упорядочения для облегчения дальнейшего использования собранной информации;

2. Стратификация (расслоение) - инструмент, позволяющий произвести расслоение данных в соответствии с различными факторами.

3. Гистограмма - инструмент, позволяющий зрительно оценить распределение статистических данных, сгруппированных по частоте попадания данных в определенный (заранее заданный) интервал.

4. Диаграмма Парето - инструмент, позволяющий объективно представить и выявить основные факторы, влияющие на исследуемую проблему и распределить усилия для ее решения.

5. Диаграмма Исикавы - инструмент, который позволяет выявить наиболее существенные факторы, влияющие на конечный результат.

6. Диаграмма разброса - инструмент, позволяющий определить вид и тесноту связи двух рассматриваемых параметров процесса.

7. Контрольные карты - эффективный инструмент для оценки стабильности процесса и выявления его отклонений от требований.

Контрольные карты позволяют проводить постоянный анализ информации о процессах и принимать эффективные управленческие решения по отношению к ним. Это способствует предупреждению и устранению потерь в ходе выполнения процесса. В результате снижается уровень несоответствующей продукции и уменьшаются затраты на производство. Такой подход к производству является наиболее эффективным.

Основная цель контрольных карт – это обнаружение неестественных изменений в протекании процесса. Это позволяет поддерживать процесс на приемлемом и стабильном уровне, гарантируя соответствие продукции и услуг установленным требованиям [7]. Виды контрольных карт и правила построения описаны в стандарте ГОСТ Р 50779.42-99 «Статистические методы. Контрольные карты Шухарта».

Выделяют два основных вида контрольных карт:

А) для количественных данных. Они получены в результате измерений и записи значений какой-либо характеристики для каждой единицы (высота в метрах, мощность в вольтах и т.д.). К такому виду карт относят:

- карту среднего (\bar{X}) и размахов (R);
- карту индивидуальных значений (X) и скользящих размахов (R);
- карту медиан (Me) и размахов (R).

Б) для альтернативных (качественных данных). Они содержат информацию о наличии или отсутствии некоторых характеристик (признаков) у каждой единицы рассматриваемой подгруппы. На основе этих данных осуществляется подсчёт числа единиц, которые обладают интересующим признаком. К этому типу относят:

- карту долей несоответствующих единиц продукции (р) или числа несоответствующих единиц (np);

- карту числа несоответствий (с);

- карту числа несоответствий, приходящихся на единицу (u).

Таким образом, статистические инструменты находят широкое применение в системе БП. Они повышают эффективность применения инструментов БП, помогают принимать верные управленческие решения, основанные на фактах.

Взаимосвязь инструментов БП и статистических методов представлена в Таблице 2.

Таблица 2 – Взаимосвязь инструментов БП и статистических методов

Инструмент БП	Применяемые статистические методы
Стандартизация работы	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Описательная статистика</i> с целью определения поведения некоторого параметра процесса; оценки взаимосвязи между параметром процесса и выходными данными процесса с помощью графика процесса; - <i>анализ оценки процесса</i>; - <i>регрессионный анализ</i> при моделировании характеристик производственного процесса; - <i>контрольные листки</i> с целью упорядочивания и дальнейшего использования собранных данных; - <i>контрольные карты</i> с целью оптимизации процесса при его нестабильности и т.д.
Организация рабочего пространства (5S)	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Диаграммы Парето, Исикавы</i> для выявления причин низкой производительности рабочих, сотрудников; - <i>проверка гипотез</i>; - <i>регрессионный анализ</i> при планировании временного цикла производственного процесса; - <i>выборочный контроль</i> – для проверок работы рабочих, операторов; - <i>контрольные листки, диаграммы разброса</i> и т.д.
Карта потока создания ценности (VSM, КПСЦ)	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Диаграммы Парето, Исикавы</i> для выявления причин неэффективности производственного процесса; - <i>другие простые инструменты качества, регрессионный анализ</i> с целью моделирования оптимального производственного процесса, временного цикла, выявления скрытых потерь т.п.

Инструмент БП	Применяемые статистические методы
Быстрая переналадка (SMED)	<ul style="list-style-type: none"> - <i>регрессионный анализ</i> с целью моделирования оптимального использования оборудования, сокращения временного цикла производственного процесса; - <i>описательная статистика</i> с целью определения поведения некоторого параметра процесса; оценки взаимосвязи между параметром процесса и выходными данными процесса с помощью графика процесса; - контрольные карты используют для уменьшения ненужного вмешательства в процесс (чрезмерное регулирование) и т.д.
Всеобщее обслуживание оборудования (TPM)	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Диаграммы Парето, Исикавы</i> для выявления причин неэффективности производственного процесса; - выборочный контроль; - контрольные карты и т.д.
Точно вовремя (Just in time)	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Диаграммы Парето, Исикавы</i> для выявления причин чрезмерных запасов, ожиданий. - <i>другие простые инструменты качества, регрессионный анализ</i> с целью моделирования оптимального производственного процесса, временного цикла, выявления скрытых потерь т.п.

Так же при внедрении системы БП применяются и другие методы, такие как:

1. Диаграмма SIPOC – Supplier (поставщик), Input (входы), Process (процесс), Output (выходы), Customer (заказчик или потребитель) - один из подходов, применяемых в целях управления производством и совершенствования бизнес-процессов.

2. QFD (Quality Function Deployment) – развертывание функции качества.

3. CEDAC (Cause and Effect Diagram with Addition of Cards) - модификация причинно-следственной диаграммы Исикавы.

4. Диаграмма «Спагетти» - анализ перемещений рабочего персонала в ходе выполнения технологических операций. Это наглядный инструмент, который позволяет визуализировать перемещения работника (сырья, готовых изделий) на предприятии. Суть метода заключается в нанесение на план-схему траектории движения сотрудников. Это дает возможность оценить потери на все перемещения. И разработать план наиболее рационального маршрута перемещений.

Классификация методов для реализации концепции БП в решении проблем качества представлена в Таблице 3 [9].

Таблица 3 - Классификация методов в решении проблем качества

Вид потерь	Методы и инструменты
Перепроизводство	Время такта, стандартизированная работа, вытягивание, выравнивание, изучение потребности, QFD, канбан, SMED, TPM.
Ожидание	КПСЦ, 5S, курьеры, питч, «Пять «почему?»», диаграмма Исикавы, простейшие инструменты Q7
Лишние движения	КПСЦ, 5S, стандартизация, визуализация, хронометраж
Перемещение	КПСЦ, 5S, стандартизация, визуализация, хронометраж, диаграмма «Спагетти»
Излишняя обработка	Методы сбора данных, КПСЦ, визуализация, стандартизация
Запасы	КПСЦ, 5S, стандартизация, ABC-анализ, диаграмма Парето, выравнивание (хэйдзунка)
Брак	Стандартизованная работа, диаграмма Исикавы, «Пять «почему?»», диаграмма Парето, гистограмма, контрольная карта, контрольный листок, Рока-Йоке. <i>TWI – комплексная программа обучения линейных руководителей на производстве, направленная на повышение производительности труда за счет качественного практического, управленческого подхода.</i> Методика решения проблем 8D – <i>подход к решению проблемы в восемь шагов.</i>
Управление процессами	Диаграмма SIPOC

Так как на предприятии уровень внедрения БП нулевой, то было принято решения для анализа деятельности предприятия использовать простые диагностические методы и инструменты. Это 7 простых инструментов качества (в частности диаграммы Парето и Исикавы, контрольные карты), диаграмма «Спагетти».

1.5 Трудности при внедрении бережливого производства в России

Одними из актуальных задач, которые сегодня стоят перед предприятиями, являются – повышение безопасности труда и эффективности производства, снижение затрат, устранение потерь в любых видах деятельности, а также вовлечение персонала всех уровней в процесс непрерывных улучшений.

Несмотря на то, что за последние годы методология БП активно распространяется на российских предприятиях, остаются препятствия. К ним, во-первых, относится трудность в демонстрации высшему руководству преимуществ данной методологии. Очень сложно их привлечь на семинары, так как они не понимают, как это может помочь производственному процессу. Руководители предпочитают отправлять на учебу представителей среднего звена, после чего ожидают, что те вернутся в организацию и внедрят программу на месте.

Так же существует заблуждение, что если принять в штат консультанта с большим практическим опытом развития производственных систем на других предприятиях, то процессы оптимизируются сами собой под управлением этого специалиста. Но это невозможно без прямой поддержки высшего руководства. Необходима широкомасштабная система вовлечения персонала в систему преобразований, в философию БП. Иначе любой проект потерпит неудачу. Так как если даже над проектами внедрения БП работают несколько энтузиастов и на них держится вся система, то после их ухода организация вернется на прежние позиции.

Поэтому в России при освоении методологии бережливого производства необходимо в первую очередь:

- 1) привлечь высшее руководство к обучению, чтобы они смогли напрямую познакомиться с финансовыми и конкурентными преимуществами, которые дает БП, и понять свою личную ответственность, как лидеров, а успех этого дела;

2) грамотно провести обучение с возможностью практического применения изученного материала для тех, кто отвечает за реализацию бережливого производства в своих организациях.

Для методологии БП ключевым является человеческий фактор. Поэтому важно, чтобы на производстве были лидеры, которые передают свои идеи остальным сотрудникам. Но это большинству россиян не свойственно, поэтому время от времени могут возникать и такие трудности. Пользу автоматизации основная масса сотрудников понимает лишь тогда, когда предприятие начинает выплачивать им премии из сэкономленных ими же средств.

Так же для большинства сотрудников смена принципов работы дается с большим трудом, вплоть до того, что люди готовы перейти на другой участок, работающий в привычном режиме. Эксперты утверждают, что не надо этому препятствовать, а тем более увольнять недовольных. Необходимо данному сотруднику все доходчиво объяснить, привлечь на сторону улучшений. И тогда он, используя свои знания и опыт, будет содействовать оптимизации производства. Но бывает и наоборот, сотрудник выражает на словах восторг от грядущих перемен, а на деле польза от них минимальна.

И одна из фундаментальных проблем – это подход к БП, как к некому набору инструментов, который позволит быстро получить желаемый эффект. Да, это действительно так, но при локальном применении инструментов будут получены лишь частичные результаты в «узких местах». К тому же, если деятельность предприятия не рассматривать как систему взаимосвязанных элементов и процессов, то оптимизация локальных частей принесет только минимальный эффект.

2 Характеристика предприятия

2.1 Общие сведения о предприятии

Предприятие является одним из ведущих производителей стрелочных и электронных приборов измерения давления и температуры. Оно было образовано в 1942 году на базе эвакуированных в годы Великой Отечественной войны предприятий – московского завода «Манометр» и ленинградских заводов «Ленгзип», «Молодой ударник». И в этот же год был осуществлен первый выпуск продукции. Со временем предприятие расширяется: строятся новые корпуса; создаются центральная заводская лаборатория, лаборатория измерительной техники и контрольно-испытательная станция. Номенклатура изготавливаемых приборов с каждым годом становится все шире.

В настоящий момент численность сотрудников предприятия составляет около 800 человек, из них 700 заняты непосредственно в производстве. Предприятие представляет широкую номенклатуру изделий: блоки питания; датчики давления и температуры; мановакуумметры; манометрические термометры; манометры аммиачные и виброустойчивые; манометры для пищевой промышленности с мембранным разделителем и многие другие [20]. Перечень средств измерения, конструируемых и изготавливаемых на данном предприятии, представлен в Приложении Б. В год заводом выпускается более 300 тыс. приборов. Вместе со всеми модификациями номенклатура производства насчитывает 10 тысяч наименований.

Одними из самых распространённых приборов являются манометры технические показывающие (их выпуск в год составляет около 230 тысяч, это 67% от общего количества произведенных приборов). Наибольшую долю технических манометров составляют такие наименования, как МП4-У (34%, см. Рисунок 3), МП3-У (27%), МР4-У IP53 (14%) и МП2-У60 (9%). Технические манометры предназначены для измерения избыточного и

вакуумметрического давления неагрессивных, некристаллизующихся жидкостей, пара и газа. Применяется во всех отраслях промышленности.

Основными потребителями продукции манометрического предприятия являются предприятия энергетики, металлургии, нефтехимии, судостроения и ж/д транспорта. И уже больше 70 лет данное предприятие обеспечивает приборами



Рисунок 3 - МП4-У

специального назначения оборонно-промышленный комплекс РФ. Приборы специального назначения могут использоваться и вне обеспечения

Государственного оборонного заказа на основании договора на оказание услуг военным представительством. На предприятии аккредитовано 614 Военное представительство МО РФ. Так же изделия идут на экспорт в Украину, Белоруссию, Литву, Казахстан и Узбекистан.

На данном предприятии уделяют большое внимание качеству выпускаемых приборов. Первые шаги в этом направлении были сделаны в 2000 году, когда на заводе активно приступили к разработке системы менеджмента качества (СМК) в соответствии с требованиями российского стандарта. В настоящий момент СМК предприятия, распространяющаяся на разработку, производство и ремонт продукции, сертифицирована Органом по сертификации систем качества Ассоциации по сертификации «Русский регистр» и соответствует требованиям ГОСТ ISO 9001-2011 и ГОСТ РВ 0015-002-2012. Предприятие имеет сертификат на разработку, производство и ремонт средств измерения. Метрологическая служба завода аккредитована на техническую компетентность в области проверки средств измерения при выпуске из производства и зарегистрирована в Реестре под №1004.

Все виды выпускаемой продукции выполнены из высококачественного сырья и материалов, проходящих входной контроль, в

соответствии со всеми технологическими процессами, проверены службами качества (ОТК) и надежности, имеют сертификаты.

Добиваться высокого качества и совершенствовать его позволяет стратегия предприятия, направленная на техническое перевооружение, внедрение новых инновационных и ресурсосберегающих технологий. Для изготовления приборов используются материалы и комплектующие только сертифицированных российских поставщиков с обязательным входным контролем. Все это обеспечивает надежность и высокое качество выпускаемых заводом изделий. Предприятие стремится максимально удовлетворять потребности потребителей, поэтому оно сотрудничает с учеными ведущих ВУЗов и НИИ города, внедряя в производство совместные разработки, что обеспечивает устойчивую позицию на рынке.

Таким образом, несмотря на жесткую конкуренцию и непростую для производственных предприятий российскую действительность, данное предприятие остается конкурентоспособным на рынке. За эти годы оно накопило огромный опыт в производстве манометров, как общепромышленного назначения, так и специального. Оно постоянно совершенствуется и стремится к внедрению новейших технологий для повышения эффективности производства и качества выпускаемой продукции.

2.2 Алгоритм производства манометра

Манометр – это прибор для измерения давления жидкостей и газов. Манометры различаются назначением, размерами, конструкцией, диапазонами, единицами измерений и классом точности. Но основные элементы каждого вида манометров идентичны. К ним относятся: обечайка, стекло, экран, стрелка, циферблат, механизм, узел держателя, ползунок и корпус (см. Рисунок 4). Краткая характеристика каждого элемента манометра представлена в Приложении В.

Предприятие имеет полный производственный цикл. Производство манометра происходит от разработки документации на детали и узлы приборов конструкторским и технологическим отделами до выхода готового изделия из производства. Поэтому производство манометра состоит из 7 основных этапов:

1. Разработка. На предприятие поступает заказ. В конструкторском цехе разрабатывают проект изделия: создаются чертежи изделия, на которых указаны габариты и нововведения. Далее разработка попадает в основной производственный цикл.

2. Изготовление корпуса. Для каждого типа манометра в зависимости от условий эксплуатации создают корпус из определенного материала. Для обычных – пластиковый или алюминиевый, для военных – стальной. В разных случаях, корпус прибора поступает в цеха механической или гальванической обработки. Обработка в гальваническом цехе позволяет улучшить показатели прочности корпуса.

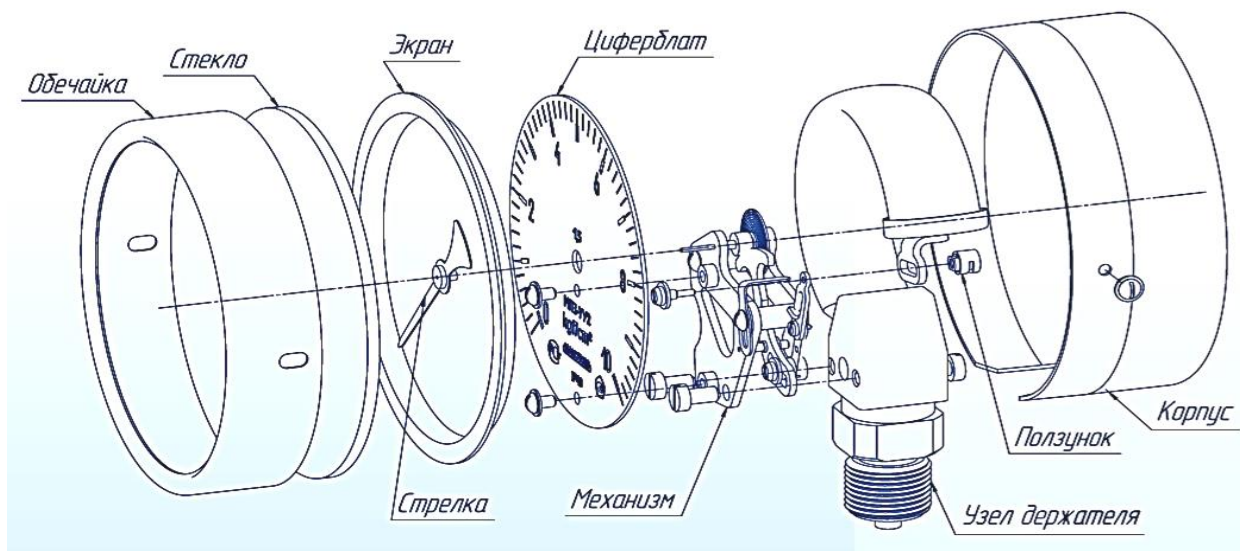


Рисунок 4- Элементы манометра

4. Далее корпус окрашивают порошковым методом. Это позволяет наиболее эффективно использовать красящее вещество. Покрытие получается прочным и долговечным.

5. Изготовление пластмассовых элементов и пружин. На данном этапе детали изготавливают из полистирола, полипропилена или другого вида пластмассы. Пружины являются «сердцем» каждого манометра. Для их производства используется особый сплав.

6. Пайка. Проведение сварочно-паяльных работ при соединении элементов манометра.

7. Изготовление передаточного механизма. От работы передаточного механизма и его технологических характеристик зависит точность показаний всего прибора. Он изготавливается на высокоточном оборудовании квалифицированными сотрудниками.

8. Сборка. На этом этапе ранее изготовленные детали собираются в единое целое.

Прежде чем сдать продукцию, каждый цех в обязательном порядке проверяет ее на соответствие требованиям. Отдел технического контроля завода ставит на изделия клеймо и на этом процесс создания манометра завершен.

Декомпозиция модели процесса производства манометра представлена в Приложении Г.

К параметрам качества манометров можно отнести следующие:

1. Внешний осмотр:

А) Отсутствие механических повреждений корпуса, стрелки, стекла и циферблата, влияющих на эксплуатационные свойства. Стекло и защитное покрытие циферблата должно быть чистым и не иметь дефектов, препятствующих правильному отсчёту показаний.

Б) Герметичность и прочность соединения основных элементов манометра.

В) Приборы, выпускаемые из ремонта должны иметь, на приборе или в паспорте надпись «ремонт» и наименование (или фирменный знак) ремонтного предприятия.

Г) Приборы, забракованные при внешнем осмотре, дальнейшей поверке не подлежат.

2. Установка стрелки на нулевую отметку шкалы.

А) Перед установкой стрелки на нулевую отметку прибор необходимо выдержать под давлением в пределах $(90 \div 100)\%$ верхнего предела измерений, в течение $1 \div 2$ мин.

Б) Стрелка при отсутствии давления должна быть установлена по центру нулевой отметки шкалы с учетом допустимой погрешности.

3. Погрешность показаний прибора не должна превышать допустимое значение.

4. При эксплуатации – обязательное наличие клейма/пломбы о государственной поверке (срок поверки должен быть действующим). Государственная поверка приборов давления должна проводиться 1 раз в 12 месяцев.

2.3 Сборочный участок, описание процесса сборки механизмов для манометров

На сборочном участке выполняются два основных процесса:

1) Сборка механизмов различных типов (№1-11) для манометров.

Данный процесс выполняют 5 операторов.

2) Сборка датчиков давления. Выполняется двумя операторами.

В Таблице 4 представлено назначение каждого рабочего места. Схематический план участка смотрите в Приложении Д.

Таблица 4 - Характеристика рабочих мест

№ рабочего места	Характеристика операции	Процесс
4А	Винтоверт	Основные операции сборки механизмов
5А	Сборка механизма, прикрутить упор	
7А	Тяга +сектор	
9А	Винтоверт	
1Б	Штифтование спирали	

№ рабочего места	Характеристика операции	Процесс
5Б	Запрессовка колодки на механизм	
6Б	Сборка механизмов	
9Б	Винтоверт	
12Б	Винтоверт	
1В	Запрессовка трибки	Заготовительные операции сборки механизмов
2В	Запрессовка трибки	
3В	Запрессовка рамки	
5В	Запрессовка рамки	
1Г	Запрессовка колодки на спираль	
4Г	Запрессовка колодки	
11Б	Сборка датчиков давления	
6В		
10В		
5Г		
7Г		
8Г		
10Г		

Уровень механизации и автоматизации труда на сборочном участке достаточно низкий, преобладают ручные сборочные операции. Перемещение деталей так же происходит вручную, так как конвейер отсутствует.

Далее рассмотрен процесс сборки механизмов для манометров. Механизм состоит из следующих узлов и деталей: трибка, сектор, плата нижняя и верхняя, упор, тяга, ползунок, винт, шайба (см. Рисунок 5).

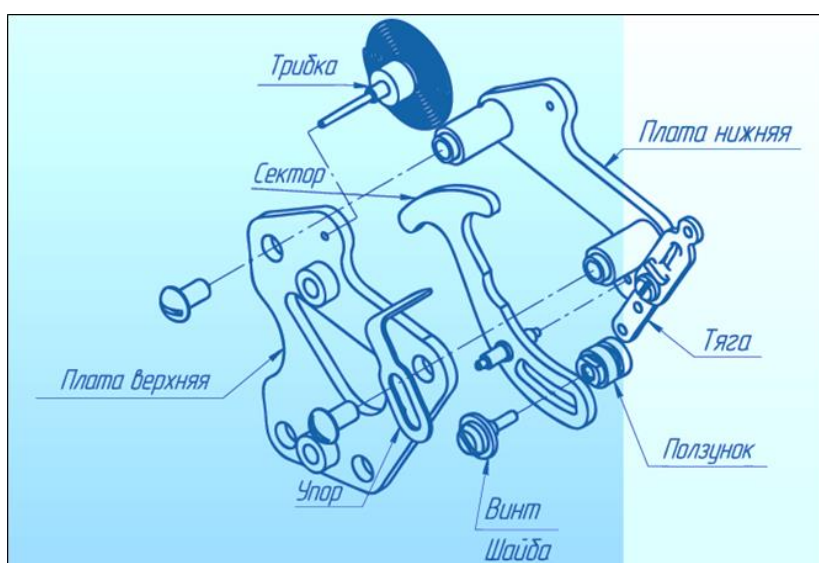


Рисунок 5 - Элементы механизма

Один из типов механизмов, собираемых на сборочном участке, представлен на Рисунке 6. Данный тип механизма применяется в наиболее распространенных приборах, таких как: МПЗ-У, МП4-У, ВПЗ-У, МВПЗ-У, ВП4-У и других.



Рисунок 6 - Механизм для МП4-У, МПЗ-У и др.

В качестве входных данных для исследуемого процесса выступает план производства механизмов на месяц. Бригадир участка разбивает его на дневные планы. И в соответствии с ними ежедневно на участок поступает задание на сборку, которое включает тип механизма и необходимое количество единиц.

Из механического участка на сборочный участок поступают следующие детали: тяга, сектор, спиральные пружины, нижняя и верхняя платы, трибка, упор, люфты, винты. Материал деталей и их количество зависят от типа производимого механизма.

Процесс сборки механизмов для манометров в общем виде состоит из пяти основных операций. В зависимости от типа механизма, последовательность действий может незначительно различаться.

1-ая операция «Тяга + сектор». Привернуть тягу к сектору винтом с шайбой при помощи ползунка, вставленного в прорезь сектора снизу. Вращение тяги на винте должно быть свободным. Уложить узел в тару-спутник.

2-ая операция «Сборка». Положить плату нижнюю на стол. Вставить трибку, сектор в соответствующие отверстия ниже платы. Надеть на заплечики колонок, цапфы трибки и оси сектора плату верхнюю и проверить плавность хода механизма.

Для этого механизм установить так, чтобы плоскость проходящая через оси сектора и трибки, находилась в горизонтальном положении. После

этого сектор вывести из зацепления с трибкой в верхнее положение и освободить его. При освобождении сектор должен под собственным весом опуститься вниз, вращая при этом трибку. Зацепление должно быть плавным без затираний и скачков. Уложить узел в тару – спутник.

3-ья операция «Упор». Привернуть плату верхнюю двумя винтами, положив под второй винт упор. Уложить узел в тару-спутник.

4-ая операция «Штифт». Завести свободный конец спирали в отверстие колонки (в соответствии с конструкторским чертежом). Запрессовать штифт. Выправить витки спирали так, чтобы при выведенном и зацеплении сектор, витки не касались друг друга и провисание спирали под собственным весом не более 0,8 мм. Взять кусачки и откусить конец штифта и спирали. Конец штифта и спирали должен выходить из отверстия на 1-2 мм. Уложить готовый механизм в тару-спутник.

5-ая операция «Сплошной контроль». Проверить 100% механизмов:

- наличие люфтов в оси сектора и оси трибки;
- плавность хода механизма при закручивании и раскручивании спирали;
- положение пружины спиральной;
- положение упора.

При необходимости произвести ремонт по выявленному виду брака. Годные детали допускается использовать. Бракованные детали и сборки заменить на новые.

Перед выполнением основных операций рабочий персонал каждую смену выполняет следующие заготовительные операции:

- 1) запрессовка колодки на спираль;
- 2) запрессовка трибки;
- 3) Запрессовка рамки.

Количество заготовительных узлов зависит от плана сборки и имеющихся на участке запасов.

В конце смены изготовленные механизмы отправляют на склад, а затем со склада их доставляют на участок сборки манометров.

В первый день каждого месяца, несоответствующие механизмы возвращают на ремонт на сборочный участок.

Общий алгоритм сборки механизма представлен в Приложении Е.

3 Анализ деятельности предприятия

3.1 Анализ процесса сборки манометров

Для анализа стабильности производственного процесса сборки манометров в механосборочном цехе была построена контрольная карта индивидуальных значений \bar{X} и скользящих размахов R по количеству несоответствующих единиц за 2013-2015 годы по кварталам. Результаты представлены на Рисунке 7.

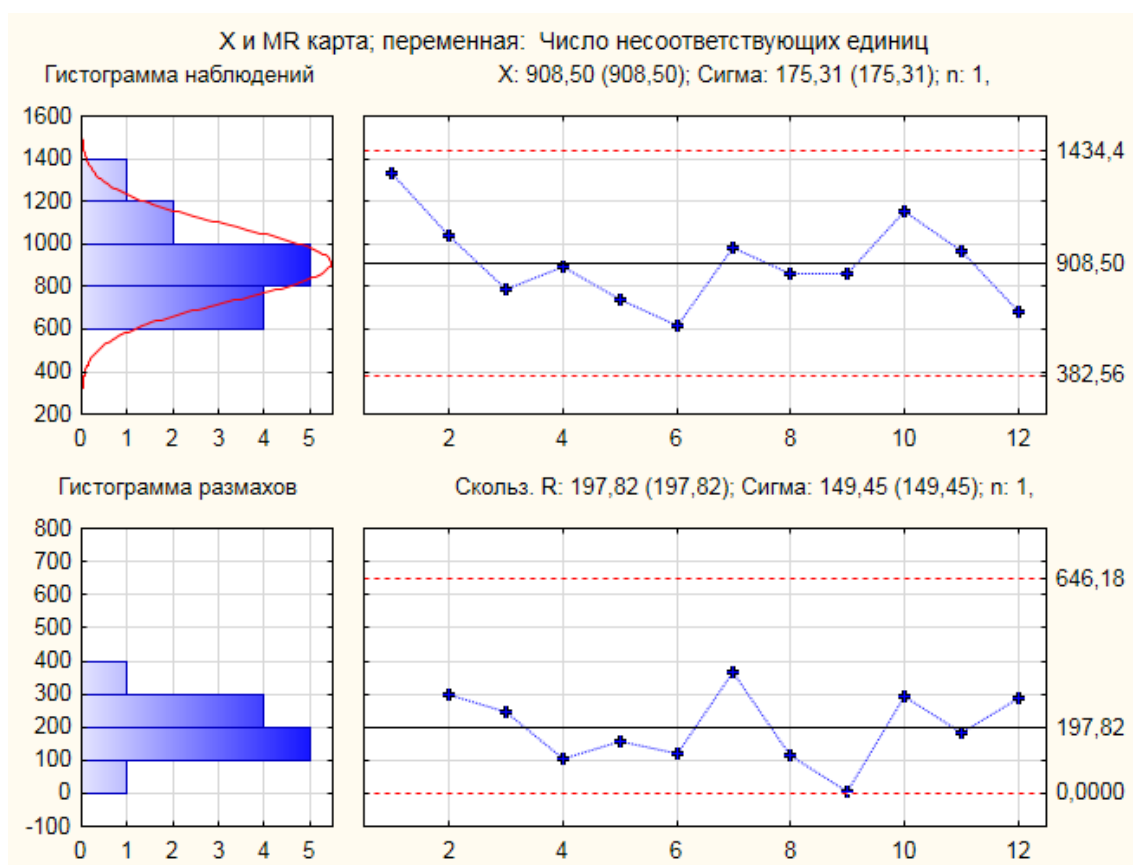


Рисунок 7 - X-MR карта по количеству несоответствий за 2013-2015 годы по кварталам

Как видно из контрольной карты, процесс производства манометров находится в статистически управляемом состоянии. Далее для более детального анализа стабильности процесса была построена контрольная карта долей несоответствующих единиц (p-карта). В качестве альтернативных данных были взяты данные из отчета о качестве выпускаемой продукции за 2015. В Таблице 5 указано число

несоответствующих единиц за каждый месяц 2015 года, зарегистрированных при сплошном контроле ОТК.

Таблица 5 - Приборы. Р-карта (первоначальные данные)

№ подгруппы (месяц)	Число проконтролированных единиц n	Число несоответствующих единиц np	Доля несоответствующих единиц, % p	UCL, %	LCL, %
01.15	24 469	194	0,86	1,20	0,82
02.15	27 677	199	0,91	1,19	0,83
03.15	34 333	405	1,15	1,17	0,85
04.15	38 618	404	1,05	1,16	0,86
05.15	29 548	313	1,06	1,19	0,84
06.15	40 838	434	1,06	1,16	0,86
07.15	33 917	447	1,15	1,17	1,85
08.15	32 981	397	1,11	1,18	1,85
09.15	24 507	155	0,86	1,20	0,82
10.15	30 381	283	0,93	1,18	0,84
11.15	24 608	232	0,94	1,20	0,82
12.15	19 523	133	0,83	1,23	0,80
Итого	361 400	3 596			

Была рассчитана средняя доля несоответствующих единиц за 2015 г.:

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{3596}{361400} \approx 0,0101$$

$$CL = \bar{p} * 100\% = 1,01\%$$

Так как объемы подгрупп различны, значения нижних и верхних контрольных границ (UCL и LCL соответственно) были вычислены для каждой подгруппы отдельно по следующим формулам [7]:

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

P - карта доли несоответствующих единиц по месяцам за 2015 год на механосборочном участке представлена на Рисунке 8.

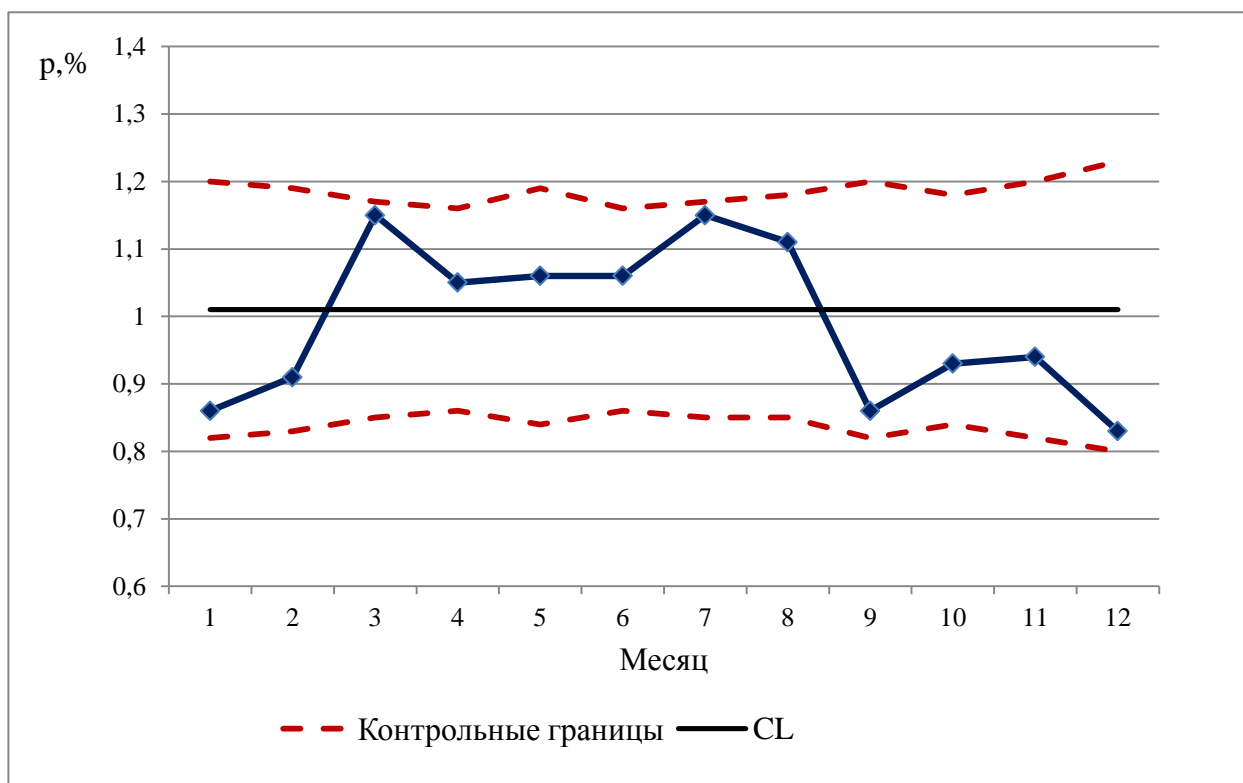


Рисунок 8 - P-карта по данным Таблицы 2

Таким образом, стабильность производственного процесса сборки манометров подтверждена. Можно утверждать, что вариабельность процесса обусловлена только влиянием обычных причин, без воздействия на него особых факторов. Это означает, что на предприятии есть все условия и возможности для совершенствования производственного процесса с помощью методологии бережливого производства.

Но, несмотря на стабильность процесса, процент забракованных приборов достаточно высокий. Так как общая доля несоответствующих единиц составила 0,01%. Это значит, что каждый 100-ый прибор – бракованный. А это 3600 несоответствующих приборов в год. Затраты предприятия на их ремонт составили 245 000 рублей.

Поэтому далее был проведен анализ рекламаций, поступивших от внешних потребителей за 2015 год. На основе этих данных, была построена

диаграмма Парето, отображающая основные причины обращений потребителей в 2015 году (см. Рисунок 9).

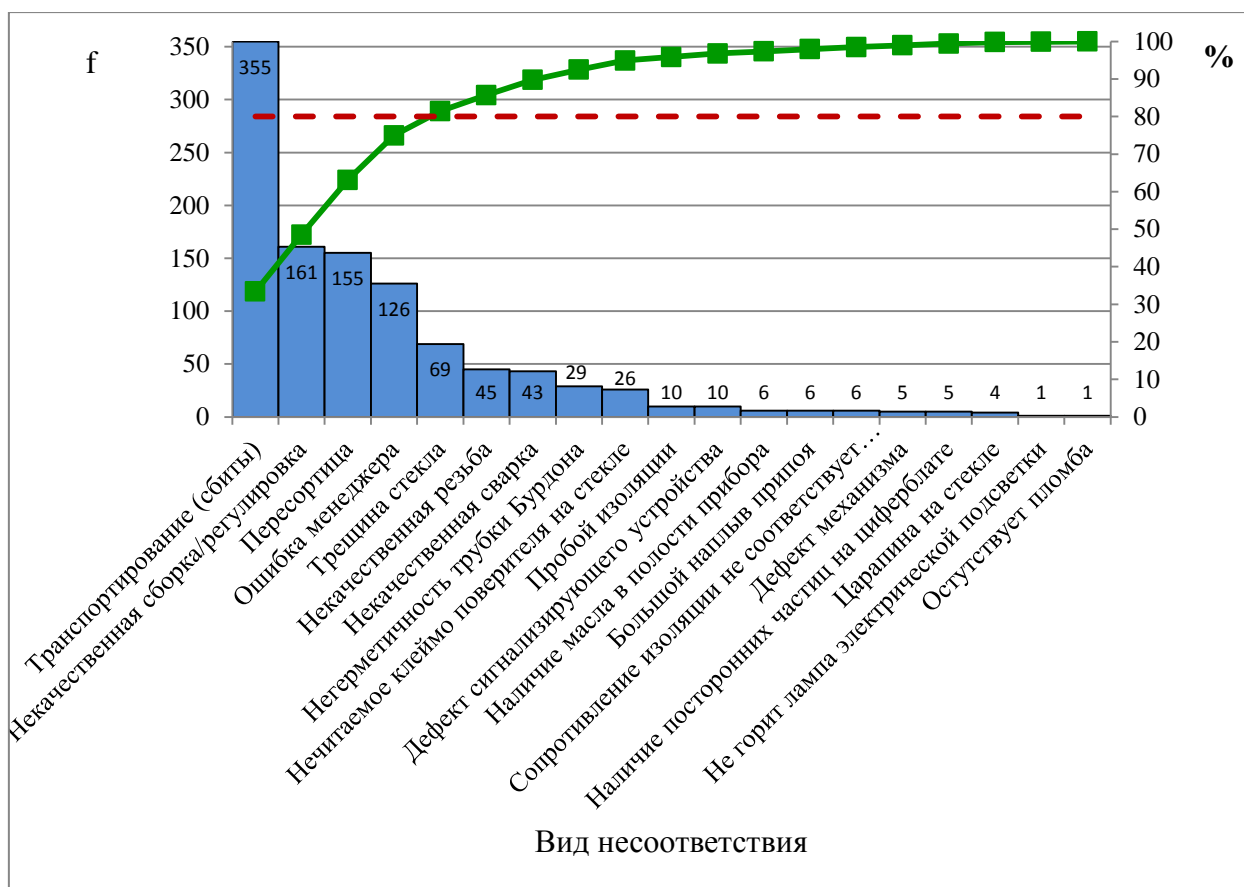


Рисунок 9 - Диаграмма по видам несоответствий, выявленных при рассмотрении рекламаций за 2015 г. (1063 изделия)

Из Рисунка 9 видно, что 80% всех несоответствий приходится на: сбой при транспортировании, некачественную сборку, пересортицу и ошибку менеджера.

Возникновение несоответствий при транспортировке приборов вызвано несовершенством упаковки (недостаточно мягких прокладок в местах прикосновения прибора с тарой), а так же неосторожной погрузкой и разгрузкой. Этим вопросом уже занимается отдел качества предприятия.

Поэтому было принято решение проанализировать сборочный участок, где возникают следующие несоответствия, выявленные при рассмотрении рекламаций: некачественная сборка/регулировка, дефект сигнализирующего устройства и дефект механизма (16% от всех

несоответствий). Затраты на ремонт за 2015 год, списанные с материального фонда сборочного участка, составили 48000 рублей (это 20% от общей суммы затрат). Необходимо предпринять действия по улучшению процесса. Поэтому на основании полученных результатов, планируется разработать мероприятия по применению инструментов БП с целью повышения эффективности процесса и снижения существующих потерь.

3.2 Анализ сборочного участка

На первом этапе было проведено ознакомление производственного персонала данного участка с основами концепции БП. Так как один из основных принципов БП – это вовлечение всех сотрудников, от высшего руководства до рабочих. Именно рабочие знают все тонкости производственного процесса: технологию сборки, «узкие места» процесса, несовершенства организации рабочего пространства и пути улучшений.

Для того чтобы приступить к оптимизации процесса, необходимо сначала выявить «узкие места». С этой целью используются разные методы, например: карта потока создания ценности, диаграмма спагетти, диаграммы Парето и Исикавы и др.

На основе наблюдений за производственным процессом, обсуждений с контролером и бригадиром участка были собраны данные, относящиеся к процессу сборки: было измерено реальное время выполнения операций; время, не приносящее ценности (время на излишние перемещения, отдых, простои, переделку, контроль). Была построена карта потока создания ценности текущего состояния процесса (КПСЦ). Данные для ее построения занесены в таблицу 21 приложения Ж. Графический вид КПСЦ представлен в этом же приложении (Рис.14).

Как видно из таблицы 24, процесс состоит из 16 операций. Общая продолжительность сборки механизмов (2300 шт.) составляет приблизительно 3227 минут. Время создания ценности механизма - 1357 минут. В процентном выражении это значение составляет около 42% от

общего времени сборки. Это достаточно высокий показатель для БП. Поэтому сборочный участок является хорошей базой для улучшений показателей процесса. Но, несмотря на это, большая часть процесса выполняется непроизводительно. Необходима его оптимизация. Непроизводительное время вызвано длительностью хранения готовых механизмов на участке в течение смены, простоями неиспользуемого оборудования, ожиданием деталей в связи с их отсутствием на складе и излишними перемещениями рабочего персонала. Так же не приносит ценности продукту – время, затрачиваемое на контроль и на заготовительные операции. Но без них невозможно эффективное функционирование процесса.

Самое значительное непроизводительное время выпадает на простой неиспользуемого оборудования в производстве – 480 минут (15% от общего времени процесса). Доля данной категории производственных потерь в общем непроизводительном времени еще больше – 27%. Так же немалую часть времени, не приносящего ценность продукту, составляет операция хранения готовых изделий – ее длительность составляет 420 минут (это занимает приблизительно 13% от общего времени процесса, 23% от непроизводительного времени). Ожидания деталей со склада составляют 150 минут, а лишние перемещения 135 минут за смену (соответственно 8% и 7% от общего непроизводительного времени). Таким образом, данные операции затрачивают необоснованно много времени, не приносящего ценности.

Это свидетельствует о недостаточно эффективной организации производственного процесса сборки механизмов для манометров. Нерациональное размещение рабочих мест в ходе выполнения технологических операций не позволяет получать высокую ценность рассматриваемого производственного процесса. Порядок стандартного перемещения рабочего в ходе выполнения задания представлен в Приложении Д.

На основании наблюдения за действиями рабочих в течение двух часов, были построены диаграммы «Спагетти» (см. Приложение З).

Диаграммы показывают траекторию движения четырех рабочих в ходе выполнения задания. Из рисунков видно, что рабочие места на участке расположены нерационально. Рабочие совершают избыточные перемещения при переходе с одной операции на другую. Поэтому необходимо разместить рабочие места и оборудование так, чтобы сократить время на перемещения.

Так же было выявлено, что значительная часть оборудования (соответственно и рабочих мест) совсем не применяются в производственном процессе (около 40%). Отсюда неэффективное использование производственного помещения, затраты на дополнительное освещение и отопление.

На участке присутствует как избыточное количество запасов некоторых деталей, так и нехватка других деталей. Это вызвано обособленным функционированием производственных участков на данном предприятии.

На этой основе была составлена КПСЦ будущего состояния, отражающая реальные желаемые параметры производственного процесса сборки механизмов (см. Приложение И). Как видно из Приложения И, общая продолжительность сборки механизмов сократится на 1085 минут (на 35%). Время операций, не приносящих ценности, снизится на 61%. Это связано с сокращением времени на перемещения рабочего персонала (на 74%), ожидания поставки деталей (на 86%) и хранение готовых изделий на участке (на 85%). Простои оборудования будут совсем исключены за счет эффективной организации производственного помещения. Применение методологии БП на данном участке будет способствовать достижению желаемых результатов без огромных затрат.

3.3 Анализ выявленных несоответствий механизмов на сборочном участке

Далее было принято решение проанализировать несоответствия механизмов, выявляемых на данном участке. Доля выявленных несоответствий от общего числа произведенных механизмов в 2015 году составляет 1,4% (на основе результатов контроля ОТК на участке за 2015 год).

Была построена диаграмма Парето по количеству несоответствий на каждый тип механизма (см. Рисунок 10). Из диаграммы видно, что 80 % всех несоответствий приходится на механизмы № 6, 10, 9, 4.

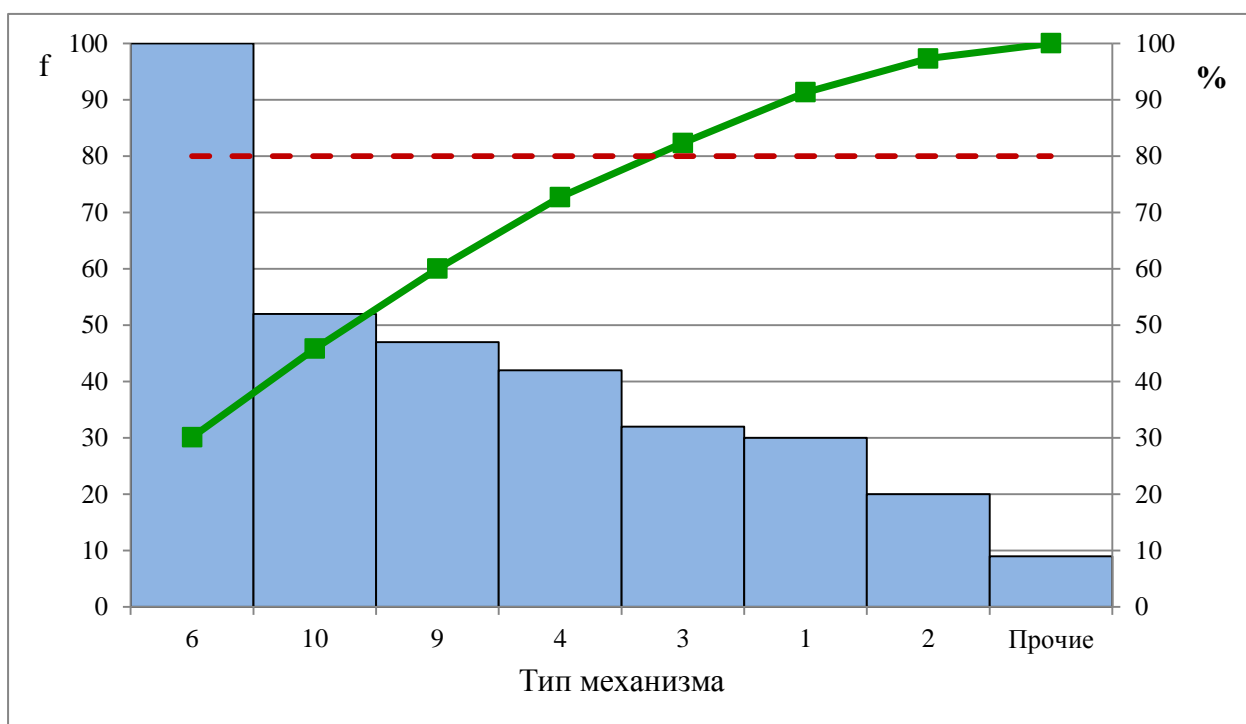


Рисунок 10 - Диаграмма Парето по количеству несоответствий на механизм

Для того чтобы выяснить основные виды несоответствий, регистрируемых при контроле данных механизмов, была построена еще одна диаграмма Парето (см. Рисунок 11). Она показывает, что 80% всех несоответствий составляют: спираль не в плоскости, кривая трибка, слабая сборка, сцепление, маховик не в плоскости, нет люфта в трибке. На модели

процесса сборки механизмов были отмечены несоответствия в зависимости от места их возникновения (по операциям). Смотрите Приложение К.

Как видно из Приложения К, наибольшая доля несоответствий возникает на операции сборки механизмов. Это обусловлено тем, что при сборке механизма используются результаты предшествующих операций. Далее были определены основные причины возникновения каждого несоответствия при проведении «мозгового штурма» совместно с мастером участка и рабочими. На основе полученных данных была составлена диаграмма Исикавы, отражающая причины возникновения несоответствий при сборке механизмов с весовыми коэффициентами (см. Рисунок 12).

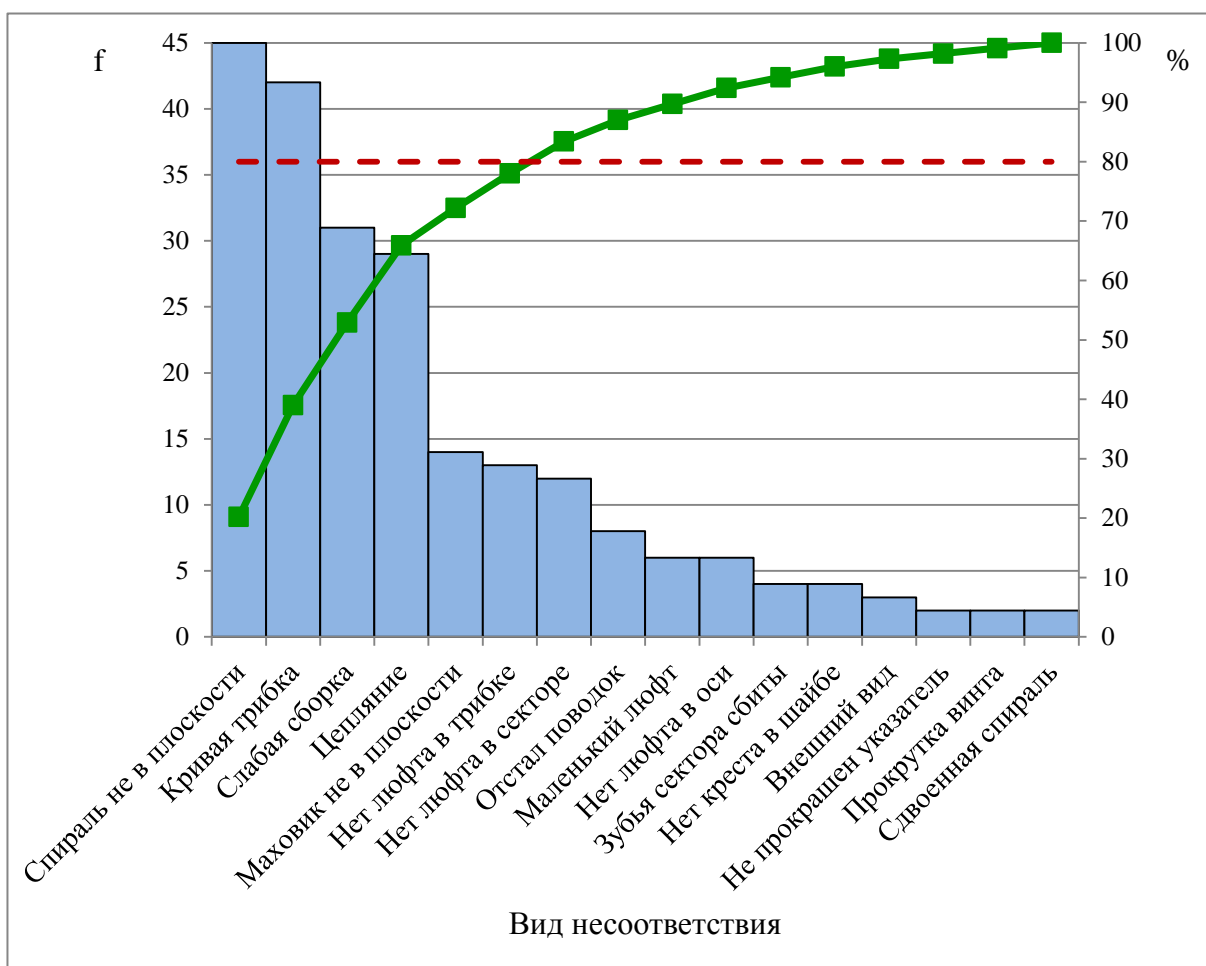


Рисунок 11 - Диаграмма по видам несоответствий

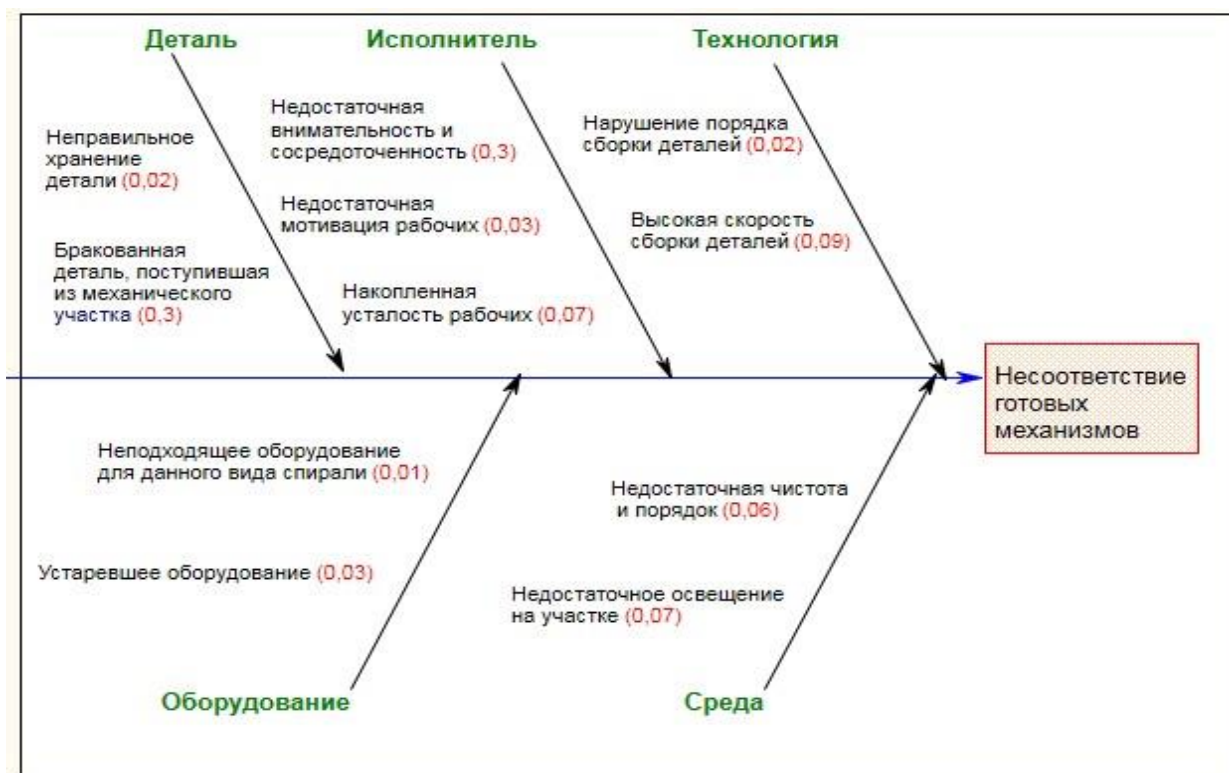


Рисунок 12 - Диаграмма Исикавы по причинам появления несоответствий с весовыми коэффициентами

Из диаграммы Исикавы видно, что основными факторами появления несоответствий при сборке механизмов являются невнимательность рабочего персонала во время выполнения операций и поставка бракованных деталей из механического цеха. Необходимо предпринять действия по снижению влияния данных причин на производственный процесс.

3.4 Вывод

В результате проведенного исследования на сборочном участке предприятия были выявлены проблемные зоны. На основе полученных данных были намечены пути решения. Мероприятия по устранению выявленных потерь представлены в Приложении Л.

Так как одна из основных причин появления несоответствий на сборочном участке – это невнимательность рабочего персонала при выполнении технологических операций, то на первом этапе внедрения необходимо уделить особое внимание повышению трудовой дисциплины на

участке. В этом помогут такие мероприятия, как: обучение персонала и создание мотивационной системы, применение инструмента 5S. Все должно быть выполнено в стиле подхода кайдзен: просто, наглядно, без серьезных затрат.

Далее, с целью обобщения полученных данных были определены целевые показатели будущего состояния производственного процесса сборки механизмов для манометров (см. Таблицу 6).

Таблица 6 - Сравнительный анализ параметров текущего и будущего состояния производственного процесса

Параметры		Ед. измер.	Текущее состояние	Ожидаемое будущее состояние
Общее время выполнения процесса		мин	3167	2082
Перемещения		мин	135	35
		м	8505	2205
Переделка		мин	30	15
Ожидание деталей		мин	150	20
Хранение		мин	420	60
Общее время операций, не приносящих ценности		мин	1810	725
Площадь помещения		м ²	475	300
Уровень несоответствий, относящихся к участку (за год)	Внешние потери	%	16%	7%
	Внутренние потери		1,4%	0,7%

4 Предложения по улучшению

4.1 Обучение сотрудников предприятия

1) Проведение полноценного двухдневного обучения (16 ч.) высшего руководства и рабочих участка, направленного на практическое применение инструментов бережливого производства на участке (в частности 5S, визуализация и канбан).

Цели семинара – тренинга:

- получить теоретические и практические знания по основным инструментам БП;
- повысить уровень вовлеченности сотрудников в процесс непрерывного совершенствования.

Основные вопросы, рассматриваемы на семинаре-тренинге:

- Основные ценности БП
- Изучение базовых инструментов и методов БП: 5S, КПСЦ, визуализация и стандартизация, Канбан. После изучения каждого инструмента участники знакомятся с примерами его применения на практике.
- Рассмотрение текущего положение дел на сборочном участке предприятия (выявленные потери, фотографии проблемных мест).

Формат обучения: мини-лекции, просмотр видеороликов, практические упражнения в аудитории и непосредственно на рабочем месте, групповые обсуждения.

Затраты на обучение 5-ти человек (специалиста по управлению качеством, начальника участка, мастера участка, двоих наиболее активных рабочих) составят приблизительно 67500 (по 13500 руб. на каждого).

В течение двух дней обучения производительность других рабочих на участке (3 человека) составит 1380 механизмов в день (вместо 2300). Потери за неполное выполнение плана = $(2300 - 1380) * 30 \text{руб.} = 27600 \text{руб.}$

Общая сумма затрат = $67500 + 27600 = 95100 \text{руб.}$

Б) Создание рабочей группы, состоящей из:

- специалиста по качеству;
- мастера участка;
- двоих рабочих.

4.2 Организация производственного участка и рабочих мест (5S)

О необходимости внедрения 5S на участке свидетельствуют следующие выявленные проблемы:

- пространство загромождено неиспользуемыми рабочими местами и оборудованием, что затрудняет рабочий процесс;
- излишние запасы немаркированных деталей и пустых тар;
- инструменты не имеют определенного места хранения.

Для решения данных проблем были предложены следующие действия:

1) Реорганизация производственного участка согласно схеме, предложенной в Приложении М. В соответствии с этой схемой площадь, занимаемая производственными объектами, сократится больше чем в 1,5 раза (была 475м², станет 300м²). Рабочие места было принято решение разместить по ходу выполнения наиболее часто используемых операций. Рабочие столы должны быть установлены не в шахматном порядке, а согласно схеме в Приложении М, чтобы между ними был проход. Это даст рабочим возможность совершать передвижения более рационально.

Так же согласно этой схеме, часть пустых тар необходимо убрать с участка, чтобы они не загромождали помещение (оставить только столько, сколько в среднем требуется за 2 смены – 250 - 300 шт.).

Реорганизация производственного участка займёт 1 день. Необходимо привлечь 2-х грузчиков, технолога и бригадира участка. Расчет затрат на оплату работ 4-х человек приведён в Таблице 7. Используемые коэффициенты описаны п.5.3.4.2.

Таблица 7 - Расчет затрат на оплату работ по реорганизации помещения

Исполнители	Зтс, руб	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	Зм, руб.	Здн, руб.
Грузчик 1	15000	0,3	0,2	1,3	29250	1326
Грузчик 2	15000	0,3	0,2	1,3	29250	1326
Бригадир участка	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1503
Технолог	21000	0,3	0,3	1,3	43680	1980
Итого						6135

Потери на остановку производственного процесса на 1 день = 2300 * 30 руб. = 69000 руб.

Общая сумма затрат на реорганизацию помещения составит 75135 руб.

2) Применение основ системы 5S в процессе выполнения производственного процесса.

А) Сортировка. На производственном участке необходимо создать карантинную зону (см. Приложение М), куда рабочие будут помещать ненужные предметы, инструменты, приспособления. В ходе сортировки предметы на участке рабочие должны разделить на три группы: низкой, средней и высокой необходимости. После чего объекты первой категории отнести в зону карантина или утилизировать. Если рабочий сомневается, то клеит на объект красный ярлык с датой (если в течение недели он не понадобился – относит на место ненужных предметов, а если в течение месяца – убирает с участка совсем). Для освобождения помещения от основных ненужных вещей займёт 2 дня.

Затраты на красные ярлыки (две по 100 шт.) = $30 \cdot 2 = 60$.

Клейкая ПВХ лента для разметки карантинной зоны (1 шт. - 33 м) = 590 руб.

Б) Вторая важная задача – эффективно расположить предметы на участке по степени потребности в зонах рабочего места, где они используются. Рабочие должны разделить все предметы (инструменты,

запасы) на часто и редко используемые. Затем за каждым предметом по возможности закрепить своё чёткое место. Длительность: 2 дня.

В) Определить зону размещения тележки с готовыми изделиями, пустых тар, и запасов с помощью клейкой ленты для разметки пола (см. Приложение М). Длительность: 1 день.

Затраты на приобретение клейкой ПВХ ленты для разметки пола (1 шт. - 33 м) = 590 руб.

Г) Тары с запасами маркировать (маркировка должна содержать: наименование детали, материал, размер или толщина).

Затраты на материалы: клейкая бирка для маркировки предметов (19мм*10мм), 2 шт. = $100 * 2 = 200$ руб.

Маркер (3 шт.) = $30 * 3 = 90$ руб.

Д) Поддержание порядка: в конце каждой смены уборка (все инструменты, запасы по местам), в конце месяца – генеральная.

Е) Для устойчивого и результативного внедрения системы 5S и проверки ее функционирования необходимо создание системы оценки (контроля) порядка на рабочем месте и назначение ответственных лиц. Например, первый уровень – еженедельный контроль бригадира участка. Второй уровень – контроль начальником механосборочного цеха во время обхода. По результатам этого контроля выставляются проценты и баллы за поддержание улучшений на рабочем месте. С этой целью на участке можно организовать стенды по 5S, где будут размещаться фотографии «было/стало», результаты контроля и сотрудники, внесшие наибольший вклад в развитие 5S на участке.

Затраты на создание стенда:

А) Стенд - 900 руб.

Б) Пачка разноцветной бумаги – 300 руб.

В) Ручки, карандаши, маркеры – 200 руб.

Общие затраты на реализацию этих мероприятий по применению 5S на участке составят 78065 руб. Такая сумма обусловлена большими

затратами на реорганизацию (в частности потерями на остановку производства на 1 день). А непосредственно на визуализацию участка необходимо всего 2930 руб. Эта сумма так же требуется единожды, так как поддержание и совершенствование организации рабочих мест не требует особых дополнительных затрат.

Выполнение данных шагов не означает, что система 5S внедрена на участке. Это только начало процесса совершенствования. 5S, как и другие инструменты БП, предполагают постоянные улучшения.

Но даже в результате выполнения этих простых действий будут видны результаты: участок станет более чистым и безопасным, будут созданы места хранения определённых предметов, начнут проявляться элементы визуализации. Это существенно сэкономит время на поиск необходимых предметов. А так же повысит уровень трудовой дисциплины и самоотдачу рабочих. Чистота и порядок будут способствовать концентрации их внимания на качественном осуществлении технологических операций.

Следующим шагом будет стандартизация пространства участка: создание стандарта для каждой операции (в формате А4 – кратко, понятно и в виде схем); стандарта, содержащего как должно выглядеть рабочее место, как часто его необходимо убирать.

4.3 Первые шаги к реализации принципа «Точно вовремя» (создание канбан – доски)

Первым шагом к реализации принципа «Точно вовремя» было предложено создать канбан-доску на сборочном участке (см. Рисунок 13).

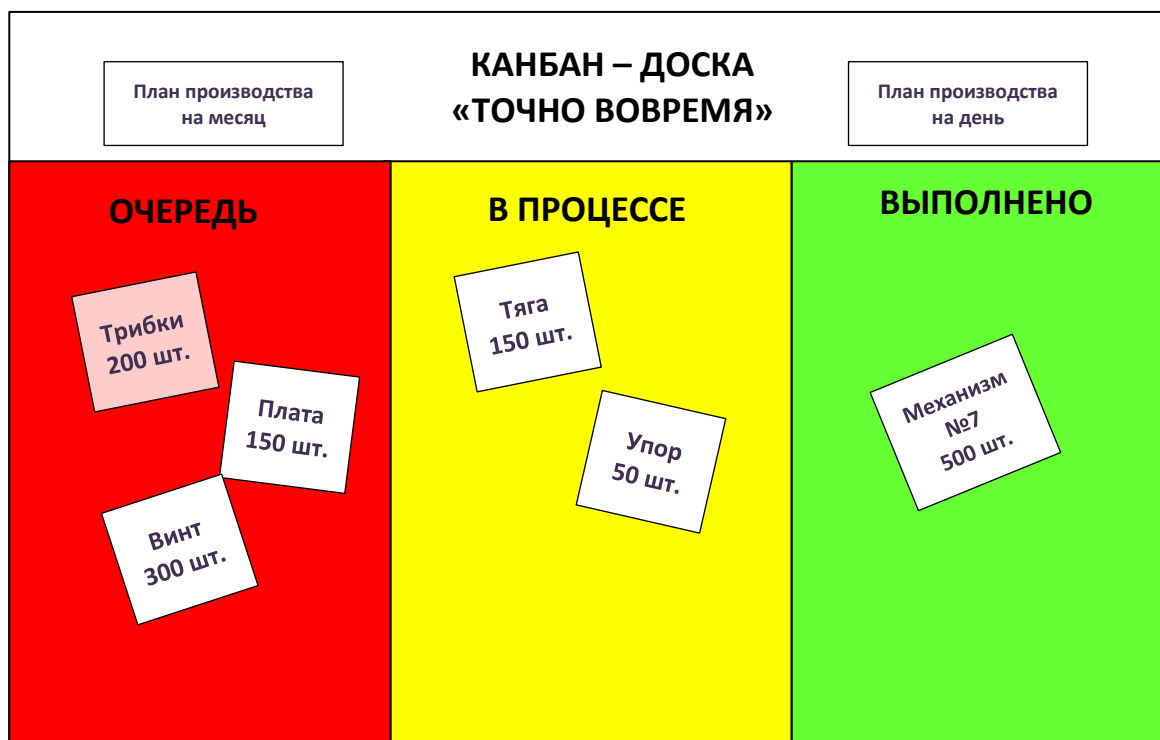


Рисунок 13 - Макет канбан-доски

Канбан - доску для данного участка предлагается разделить на четыре зоны: жёлтую, зелёную, красную и белую. На белой зоне должен быть размещён план производства на месяц, и ежедневно – план на день.

Принцип использования стикеров на стенде следующий:

1) На красной зоне рабочие размещают, что необходимо для сборки механизма с целью выполнения плана в порядке очереди. На белом стикере информация о деталях, которые есть на складе; а на розовом – отсутствующие на складе. Так же в этой зоне можно клеить стикеры о поломке оборудования и т.п. Таким образом, красная зона – серьёзные факторы, которые воздействуют на конечный срок реализации того или иного этапа производства механизма. На совещаниях предмет для обсуждения - это розовые стикеры из красной зоны. По ним определяются

корректирующие мероприятия, оцениваются риски ещё большей задержки, принимаются соответствующие управленческие решения.

2) В жёлтой зоне размещать информацию о том, что детали доставлены, и они находятся в процессе сборки.

3) Если стикер находится в зелёной зоне, то все идёт согласно отработанному процессу, отклонения отсутствуют (всех деталей хватает, оборудование в исправном состоянии, план выполнен).

Затраты на создание канбан – доски:

А) Стенд – 900 руб.

Б) Стикеры (две пачки по 500 шт.) = $2 * 150 = 300$ руб.

В) Красная, жёлтая, зелёная и белая самоклеящаяся бумага = 500 руб.

Выполнение этих шагов на сборочном участке позволит производить механизмы в тех же объёмах, что и до применения инструментов БП, но с сокращением операционных затрат в два раза.

Общие затраты на выполнение рекомендаций по внедрению инструментов БП на сборочном участке представлены в Таблице 8.

Таблица 8 - Общие затраты на выполнение рекомендаций

№	Характеристика затрат	Сумма, руб.
Обучение и мотивация сотрудников предприятия		
1	Обучение инструментам БП (5 человек)	67500
2	Потери за неполное выполнение плана во время обучения (2 дня)	27600
Организация участка и рабочих мест		
3	Оплата работ по реорганизации	6135
4	Потери на остановку производственного процесса на 1 день	69000
5	Красные стикеры (ярлыки на ненужные предметы), 2 шт.	60
6	Клейкая ПВХ лента для разметки пола, 2 шт.	1180
7	Клейкая бирка для маркировки предметов, 2 шт.	200
8	Маркер, 3 шт.	90
9	Стенд 5S	900
10	Пачка разноцветной бумаги	300
11	Ручки, карандаши, маркеры	200

№	Характеристика затрат	Сумма, руб.
Принцип «Точно вовремя»		
12	Стенд для канбан - доски	900
13	Стикеры, 2 шт. (по 500 шт. в пачке)	300
14	Красная, жёлтая, зелёная и белая самоклеящаяся бумага	500
Итого		174865

А если совместить один день обучения с реорганизацией, то затраты на остановку производства снизятся на 13800 руб., общая сумма составит 161065 руб.

Таким образом, наибольшую долю затрат на выполнение рекомендаций составят: потери на остановку производственного процесса на 2 дня (51%) и обучение сотрудников (42%). Но это единовременные затраты, которые в долгосрочной перспективе принесут экономическую выгоду предприятию. Так же внедрение элементов визуализации и канбан требует только первоначальных вложений на приобретение материалов. Последующие совершенствования не предполагают значительных дополнительных затрат.

4.4 Оценка экономической эффективности применения рекомендаций

Внедрение инструментов бережливого производства на сборочном участке позволит достичь ощутимых результатов в производстве, таких как:

- сокращение времени протекания процесса сборки;
- улучшение качества: снижение уровня несоответствующих механизмов и количества переделок;
- улучшение своевременности выполнения задания и поставок на следующий участок;
- сокращение производственных площадей.

Это приведёт к улучшению операционных показателей процесса сборки механизмов (см. Таблицу 6).

Но внедрение инструментов БП может сразу не отразиться на краткосрочных финансовых улучшениях предприятия. Применение бережливого производства приносит долговременные выгоды. И важно это понимать.

Экономическую эффективность было принято решение оценить с точки зрения чистой прибыли. Расчёты приведены в Таблице 9.

Таблица 9 – Расчет экономической эффективности

Сборка механизмов для манометров				
Текущие показатели			Будущие показатели	
Себестоимость механизмов в год	В день в среднем собирают 2300 механизмов (50 600 в месяц, 607 200 в год). Средняя себестоимость 1 механизма 30 руб.	$607\,200 \cdot 30 =$ 18 216 000	Условно было установлено, что себестоимость уменьшится на 0,25% из – за снижения расходов на материалы для изготовления деталей	$18\,216\,000 \cdot 0,25 / 100 =$ 45 540
Затраты на переделку в течение смены за год	50ед. в смену – 500 руб., 22 смены в месяц	$500 \cdot 22 \cdot 12 =$ 132 000	Уровень переделок в течение смены должен снизиться в 2 раза	66 000
Затраты на ремонт, возвращённых механизмов с участка сборки манометров	1 раз в месяц, в среднем 1500 механизмов (100ед. – 1000 руб.)	$1500 \cdot 12 \cdot 10 =$ 180 000	-	180 000
Затраты на ремонт несоответствующей продукции в 2015 году, списанные со сборочного участка	-	48 000	Планируется уровень несоответствий по рекламациям, относящимся к сборочному участку снизить в 2 раза	24 000
Выручка от продажи манометров за 2015 год	360 000 манометров выпустили за 2015 год. Ср. стоимость манометра – 1450 руб.	$360\,000 \cdot 1450 =$ 522 000 000	-	522 000 000

Сборка механизмов для манометров				
Текущие показатели			Будущие показатели	
Общая себестоимость манометров за 2015 год	Наценка на товар 35%, ср. себестоимость одной единицы – 950 руб.	$360\,000 * 950 =$ 342 000 000	-	$342\,000\,000 - 45\,540 =$ 341 954 460
Затраты на ремонт несоответствующей продукции (внешние потери) в 2015 году	Без учёта суммы ремонта несоответствий, отнесённых к сборочному участку	197 000	-	197 000
Чистая прибыль	$522\,000\,000 - 342\,000\,000 - (132\,000 + 180\,000 + 48\,000 + 197\,000) =$ 179 443 000		$522\,000\,000 - 341\,954\,460 - (66\,000 + 180\,000 + 24\,000 + 197\,000) =$ 179 578 540	
Экономическая эффективность	$179\,578\,540 - 179\,443\,000 =$ 135 540			

Сокращение затрат на ремонт несоответствующей продукции, списываемых с материального фонда сборочного участка, позволят эти средства направить на выплату премий рабочим, внёсшим наибольший вклад в развитие системы непрерывных улучшений.

Таким образом, прогнозируемая экономическая эффективность от применения разработанных рекомендаций по внедрению инструментов БП на сборочном участке предприятия составит 135 540 руб. за первый год непрерывных улучшений. За это время затраты на внедрение не окупятся полностью, но дальнейшее совершенствование приведёт к наибольшей экономической эффективности.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1Г21	Васильева Светлана Сергеевна

Институт	ИНК	Кафедра	ФМПК
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Управление качеством

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<p>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</p> <p>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</p> <p>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</p>	<p>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах.</p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Оценка перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</p> <p>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</p> <p>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</p>	<p>Оценка потенциальных потребителей, определение значений показателя качества и перспективности работы, определение возможных альтернатив проведения НИ.</p> <p>Определение структуры и трудоёмкости выполнения работ, разработка графика проведения НИ, расчет бюджета НИ</p> <p>Оценка сравнительной эффективности проекта</p>
---	---

Перечень графического материала

1. Оценочная карта QuaD
2. Морфологическая матрица по определению альтернативы проведения НИ
3. Календарный план-график
4. Диаграмма Ганта
5. Бюджет НИ
6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой менеджмента	Чистякова Н.О.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Г21	Васильева С.С.		

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования, в данном случае предложений по внедрению бережливого производства, выступают внутренние потребители, то есть руководство и сотрудники предприятия (в частности отдел качества, начальник механосборочного цеха и рабочие сборочного участка). Внешние потребители, приобретая продукцию предприятия, косвенно также являются потенциальными потребителями результатов исследования. Так как применение методологии бережливого производства на сборочном участке ведет к совершенствованию производственного процесса в целом, а это в свою очередь приводит к повышению качества изделий и уровня удовлетворённости внешних потребителей.

Основной результат исследования – это разработка предложений по внедрению бережливого производства на сборочном участке с целью сокращения выявленных потерь и повышения эффективности производственного процесса. Так же в работе был произведён расчет затрат на применение инструментов бережливого производства на участке и определена экономическая эффективность проекта.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений. Технология QuaD

Технология QuaD (Quality Advisor) – гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющий принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский

проект, в данном случае в проект по внедрению инструментов бережливого производства на сборочном участке предприятия.

Таблица 10 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5*2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1.Актуальность внедрения инструментов БП на предприятии (соответствие интересам и целям)	0,16	100	100	1	16
2. Соответствие инструментов БП выявленным потерям на участке	0,16	98	100	0,98	15,7
3. Простота во внедрении инструментов БП	0,15	92	100	0,92	13,8
4.Логичность в порядке внедрения инструментов БП	0,13	96	100	0,96	12,5
5. Срок внедрения инструментов БП на участке	0,12	93	100	0,93	11,2
6.Повышение производительности труда	0,13	89	100	0,89	11,6
7. Повышение эффективности процесса сборки механизмов	0,16	98	100	0,98	15,7
Итого	1				96,5

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i * B_i$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение показателя качества и перспективности научной работы получилось достаточно высокое – 96,5, следовательно, разработка проекта по внедрению бережливого производства на сборочном участке считается перспективной.

5.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов решения проблемы исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путём комбинирования вариантов получают большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес. Морфологическая матрица для разработки предложений по внедрению инструментов БП представлена в Таблице 11.

Таблица 11 - Морфологическая матрица

	1	2	3
А. Анализ процесса сборки манометров	Теоретическое описание данных, представленных предприятием	Анализ данных с помощью статистических инструментов+ выводы	Статистические инструменты + анализ затрат на ремонт брака
Б. Анализ сборочного участка	Создание модели процесса сборки механизмов + выявление потерь при помощи методов БП и статистических инструментов + определение основных причин потерь и места их возникновения	Создание модели процесса сборки механизмов + выявление потерь при помощи методов БП (КПСЦ, диаграммы «спагетти»)	Описание процесса сборки механизмов + выявление потерь на основе интуиции

<p>В. Методы по устранению излишних запасов на участке</p>	<p>Оставить все как есть, они же не мешают</p>	<p>Определение специального места для хранения запасов в том же объёме</p>	<p>Расчет необходимого количества запасов + маркировка запасов + создание специального места для их хранения</p>
<p>Г. Сокращение времени ожидания деталей и простоев оборудования</p>	<p>Выявить корневые причины задержки поставки деталей с помощью статистических методов + убрать с участка неиспользуемое оборудование</p>	<p>Выявить корневые причины задержки поставки деталей с помощью статистических методов + реализация принципа «Точно вовремя (инструмент Канбан) + убрать с участка неиспользуемое оборудование</p>	<p>Обсудить задержку деталей с механическим цехом. Неиспользуемое оборудование оставить на месте.</p>
<p>Д. Сокращение доли брака и количества переделок</p>	<p>Выявление корневых причин возникновения несоответствий с помощью статистических инструментов + создание системы мотивации персонала за снижение уровня переделок (повысит их внимательность)</p>	<p>Ввести штрафы за высокий уровень несоответствий (обвинить рабочих)</p>	<p>Обсудить, почему с механического участка поступают бракованные детали.</p>
<p>Е Способы сократить излишние перемещения рабочего персонала во время выполнения технологических операций</p>	<p>Рациональное планирование производственного участка (применение инструмента 5S)</p>	<p>Создать больше рабочих мест, чтобы каждый выполнял определенную операцию.</p>	<p>Применение инструмента 5S(оконтуривание рабочих мест, ячеечное размещение инструментов и деталей)+ визуализация (маркировка тар, стенды, информационные доски).</p>

Наиболее оптимальные варианты разработки предложений внедрения инструментов БП с позиции ее функционального содержания и ресурсосбережения следующие:

- 1) АЗБ1В3Г2Д1Е3;
- 2) А2Б2В2Г1Д1Е1;
- 3) АЗБ2В3Г2Д1Е1.

5.3 Планирование научно- исследовательской работы

5.3.1 Структура работы в рамках научного исследования

Планирование этапов работ по выполнению проекта включает составление перечня этапов и работ, а также распределение исполнителей по всем видам работ. Порядок этапов работ, распределение исполнителей по видам работ приведён в Таблице 12.

Таблица 12 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Составление и утверждение темы работы	Руководитель
Исследование и анализ предметной области, сбор информации	2	Выдача технического задания	Руководитель
	3	Сбор, изучение и анализ информации по теме	Студент
	4	Календарное планирование работ по теме	Студент
Основной этап	5	Анализ процесса производства манометров (анализ рекламаций, доли несоответствий, затрат на ремонт; оценка стабильности процесса)	Студент, специалист по управлению качеством
	6	Анализ сборочного участка	Студент, бригадир участка
	7	Разработка предложений по внедрению инструментов БП	Студент, бригадир участка, технолог
	8	Анализ замечаний, несоответствий, выявленных руководителем	Руководитель, Студент
	9	Устранение замечаний и несоответствий	Студент
Оформление работы и подготовка к сдаче	10	Анализ полученной работы	Руководитель, Студент
	11	Оформление работы	Студент

5.3.2 Определение трудоёмкости выполнения работ

Трудоёмкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путём в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоёмкости $t_{ож\ i}$ используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5},$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоёмкость выполнения i -ой работы чел.-дн;

$t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн;

$t_{max\ i}$ – максимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоёмкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчёта заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{p\ i} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч\ i},$$

где $T_{p\ i}$ – продолжительность одной работы, раб.дн;

$t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

5.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} ,$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 119 - 8} = 1,53 ,$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Согласно производственному и налоговому календарю на 2016 год, количество календарных дней 366, количество рабочих дней составляет 247, количество выходных 119 дней, а количество предпраздничных дней – 8. Таким образом, коэффициент календарности 2016 года равен 1,53.

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 13.

Таблица 13 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									Исполнители			Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ожг}$, чел-дни			Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3			
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3									
Составление и утверждение темы работы	2	2	2	4	4	4	2,8	2,8	2,8	Р	Р	Р	2,8	2,8	2,8	5	5	5
Выдача технического задания	3	3	3	4	4	4	3,4	3,4	3,4	Р	Р	Р	3,4	3,4	3,4	6	6	6
Сбор, изучение и анализ информации по теме	27	27	27	31	31	31	28,6	28,6	28,6	Ст	Ст	Ст	28,6	28,6	28,6	44	44	44
Календарное планирование работ по теме	3	3	3	4	4	4	3,4	3,4	3,4	Ст	Ст	Ст	3,4	3,4	3,4	6	6	6
Анализ процесса производства манометров (анализ рекламаций, доли несоответствий, затрат на ремонт; оценка стабильности процесса)	15	12	15	19	16	19	16,6	13,6	16,6	Ст,С	Ст,С	Ст,С	8,3	6,8	8,3	13	11	13
Анализ сборочного участка	25	23	23	29	27	27	26,6	24,6	24,6	Ст,Б	Ст,Б	Ст,Б	13,3	12,3	12,3	21	19	19
Разработка предложений по внедрению инструментов БП	24	21	22	27	24	25	25,5	22,2	23,6	Ст,Б,Т	Ст,Б,Т	Ст,Б,Т	8,5	7,4	7,9	13	12	12

Анализ замечаний, несоответствий, выявленных руководителем	3	3	3	3	3	3,8	3,8	3,8	Р, Ст	Р, Ст	Р, Ст	1,9	1,9	1,9	3	3	3	
Устранение замечаний и несоответствий	5	5	5	7	7	7	5,8	5,8	5,8	Ст	Ст	Ст	5,8	5,8	5,8	9	9	9
Анализ полученной работы	2	2	2	5	5	5	3,2	3,2	3,2	Р, Ст	Р, Ст	Р, Ст	1,6	1,6	1,6	3	3	3
Оформление работы	7	7	7	9	9	9	7,8	7,8	7,8	Ст	Ст	Ст	7,8	7,8	7,8	12	12	12

Для иллюстрации календарного плана проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени написания диплома была построена диаграмма Ганта (Приложение Н). Из диаграммы видно, что работа над дипломным проектом началась в начале третьей декады января, и закончилась во второй декаде мая. Также диаграмма показывает распределение.

5.3.4 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

5.3.4.1 Расчет материальных затрат НИИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (6)$$

Где, m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы в пределах 15-25%).

Произведенные расчеты были занесены в Таблицу 14.

Таблица 14 - Матрица затрат на материалы

Наименование материала	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы (Z_m), руб.
Пачка бумаги для офисной техники (А4)	шт.	1	212	244
Картридж для принтера	шт.	1	400	460
Интернет	М/бит (пакет)	1	350	402
Тетрадь форматом А4	шт.	1	70	80
Шариковая ручка	шт.	2	16	18
Итого				1204

Таким образом, материальные затраты на выполнение научно-технического исследования составили 1204 рубля.

5.3.4.2 Основная заработная плата исполнителей исследования

Величина заработной платы определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В

состав основной заработной платы включается премия, ежемесячно выплачиваемая из фонда заработной платы в размере 20-30% от тарифа или оклада.

В статью включена основная заработная плата работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме, и дополнительная заработная плата:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} ,$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата; $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) специалиста по управлению качеством рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p ,$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.; $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} ,$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года (при отпуске в 24 раб. дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя); F_d – действительный годовой фонд рабочего времени.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p ,$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{тс}$); k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5; k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет основной заработной платы приведен в Таблице 15.

Таблица 15 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	З _{тс.} руб.	k _{пр}	k _д	k _р	З _{м.} руб.	З _{дн.} руб.	Т _р , раб. дн.			З _{осн.} , руб.		
							Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель	23264	0,3	0,3	1,3	48389	2037	9,7	9,7	9,7	19759	19759	19759
Студент	6595	0,3	0,2	1,3	12860	278	79,2	75,6	77,6	22018	21017	21573
Специалист по управлению качеством	19000	0,3	0,3	1,3	39520	1792	8,3	6,8	8,3	14874	12186	14874
Бригадир участка	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1503	21,8	19,7	20,2	32765	29609	30361
Технолог	21000	0,3	0,3	1,3	43680	1980	8,5	7,4	7,9	16830	14652	15642
Итого З _{осн.}										106246	97223	102209

5.3.4.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведётся по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы = 0,12.

Расчеты представлены в Таблице 16.

Таблица 16 - Расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель	19759	19759	19759	2371	2371	2371
Студент	22018	21017	21573	2642	2522	2589
Специалист по управлению качеством	14874	12186	14874	1785	1462	1785
Бригадир участка	32765	29609	30361	3932	3553	3643
Технолог	16830	14652	15642	2020	1758	1877
Итого:				12749	11667	12265

5.3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством РФ нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда и медицинского страхования от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}),$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2016 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2015 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в Таблице 17.

Таблица 17 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель	5355	5355	5355	643	643	643
Студент	5967	5696	5846	716	683	702
Специалист по управлению качеством	4462	3656	4462	536	439	536
Бригадир участка	9830	8883	9108	1180	1066	1093
Технолог	5049	4396	4693	606	527	563,1
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3 0,271 (для образовательных учреждений)					
Итого						
Исполнение 1			34342			
Исполнение 2			31342			
Исполнение 3			33000			

5.3.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей 5.3.4.1} \div 5.3.4.4) * k_{\text{нр}}$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента накладных расходов равна 16%.

Накладные расходы составили 24725 руб.

5.3.4.6 Формирование бюджета затрат научно исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта (Таблица 18).

Таблица 18 - Расчет бюджета затрат НИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Ис.3	
Материальные затраты	1204	1204	1204	Пункт 3.3.4.1
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	106246	97223	102209	Пункт 5.3.4.2
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12749	11667	12265	Пункт 5.3.4.3
Отчисления во внебюджетные фонды	34342	31342	33000	Пункт 5.3.4.4
Накладные расходы	24725	22630	23788	Пункт 5.3.4.5
Бюджет затрат на НИ	179266	164066	172466	Сумма ст. 1 – 5

5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчёта интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат 3-х вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп. } i} = \frac{\Phi_{\text{р}i}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп. } i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{\text{р}i}$ – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Расчет интегрального финансового показателя разработки представлен в Таблице 19.

Таблица 19 - Расчет интегрального финансового показателя разработки

Вариант исполнения	$I_{\text{финр}}^{\text{исп. } i}$
Исполнение 1	1
Исполнение 2	0,92
Исполнение 3	0,96

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности отображен в Таблице 20.

Таблица 20 - Сравнительная оценка характеристик вариантов

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Актуальность внедрения инструментов БП на предприятии (соответствие интересам и целям)	0,16	5	4	5
2. Соответствие инструментов БП выявленным потерям на участке	0,16	5	4	4

3. Простота во внедрении инструментов БП	0,15	4	4	4
4. Логичность в порядке внедрения инструментов БП	0,13	5	4	5
5. Срок внедрения инструментов БП на участке	0,12	4	3	4
6. Повышение производительности труда	0,13	4	4	4
7. Повышение эффективности процесса сборки механизмов	0,15	5	4	4
ИТОГО	1			

$$I_{p-исп\ 1} = 5*0,16 + 5*0,16 + 4*0,15 + 5*0,13 + 4*0,12 + 4*0,13 + 5*0,15 = 4,6;$$

$$I_{p-исп\ 2} = 4*0,16 + 4*0,16 + 4*0,15 + 4*0,13 + 3*0,12 + 4*0,13 + 4*0,15 = 3,88;$$

$$I_{p-исп\ 3} = 5*0,16 + 4*0,16 + 4*0,15 + 5*0,13 + 4*0,12 + 4*0,13 + 4*0,15 = 4,29.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп\ .1} = \frac{I_{p-исп\ 1}}{I_{финр\ .1}}, \quad I_{исп\ .2} = \frac{I_{p-исп\ 2}}{I_{финр\ .2}} \quad \text{и т.д.}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}) – Таблица 21:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп\ .1}}{I_{исп\ .2}},$$

Таблица 21 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,92	0,96
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	3,88	4,29
3	Интегральный показатель эффективности	4,6	4,22	4,47
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	$\bar{\Theta}_{cp1-2} = 1,09$ $\bar{\Theta}_{cp1-3} = 1,03$	$\bar{\Theta}_{cp2-1} = 0,92$ $\bar{\Theta}_{cp2-3} = 0,94$	$\bar{\Theta}_{cp3-1} = 1,06$ $\bar{\Theta}_{cp3-2} = 0,97$

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Наиболее эффективным вариантом является исполнение №1, менее эффективным - исполнение №2. Таким образом, бюджет затрат на выполнение научно-исследовательской работы составил 179266 рублей (по варианту исполнения №1).

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Г21	Васильева Светлана Сергеевна

Институт	ИНК	Кафедра	ФМПК
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Управление качеством

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Основная работа производится в закрытом помещении за персональным компьютером. Вредные факторы – недостаточная освещенность рабочей зоны; отклонение показателей микроклимата; монотонный режим работы; степень нервно-эмоционального напряжения. Опасные факторы – электрический ток; пожаробезопасность.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<ul style="list-style-type: none"> – ГОСТ 12.0.003-74 (с измен. 1999 г.) – ГОСТ 12.1.004 «Пожарная безопасность» – ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» – Правила устройства электроустановок. – ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00 – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (с измен. 2010 г.) – СН 2.2.4/2.1.8.562–96. – СН 2.2.4/2.1.8.556–96.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<ul style="list-style-type: none"> – Вредные факторы, возникающие во время работы с персональным компьютером. – Электромагнитное и ионизирующее излучение отрицательно влияют на иммунную, нервную, эндокринную и дыхательную системы. – Шум негативно влияет на психофизиологическое состояние.
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность; – пожаровзрывобезопасность. 	<ul style="list-style-type: none"> – Механические опасности отсутствуют. – Термические опасности отсутствуют. – Установлены удлинители в розетках (эл. сеть перегружена). – Возможные причины пожара: возникновение короткого замыкания в проводке.

<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<ul style="list-style-type: none"> – Бытовые отходы. – Отходы, образующиеся при поломке персонального компьютера.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<ul style="list-style-type: none"> – Возможные ЧС: пожар. – Устройства оповещения при пожаре, датчики дыма. – Соблюдения техники безопасности. – Следование плану эвакуации, вызов пожарных.
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<ul style="list-style-type: none"> – Право на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены. – Использование оборудования и мебели согласно антропометрическим факторам.
Перечень графического материала:	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Гусельников М.Э.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Г21	Васильева С.С.		

6 Социальная ответственность

6.1 Введение

Целью настоящей работы является разработка рекомендаций по применению методологии бережливого производства на сборочном участке предприятия. Предприятие специализируется на выпуске манометров. Рекомендации представлены в текстовой и графической форме. При анализе деятельности предприятия, в частности анализе процесса сборки механизмов для манометров, применялись различные методы исследования: аналитические и статистические, наблюдение за выполнением технологических операций. Результаты анализа были оформлены с помощью различных программных комплексов (Statistica, ВРwin), текстовых и графических редакторов (Microsoft Office, Photoshop).

Таким образом, основная работа производилась в закрытом помещении за компьютером, поэтому в разделе «Социальная ответственность» рассматривается безопасность работы за персональным компьютером (далее ПК).

Длительная работа на ПК отрицательно влияет на здоровье человека. Монитор ПК, является источником различных излучений, таких как: электромагнитное, рентгеновское, ультрафиолетовое, инфракрасное, а также излучения видимого диапазона.

Длительное сидячее положение приводит к напряжению мышц и появлению болей в руках, плечевых суставах, позвоночнике, шее. При долгой работе на клавиатуре появляются болевые ощущения в запястьях, кистях и пальцах рук. Так же работа за ПК отрицательно влияет зрение оператора.

Поэтому данный раздел ВКР посвящён анализу воздействующих в процессе работы за ПК на человека опасных и вредных факторов. Был произведён анализ вредных факторов, таких как: отклонение показателей микроклимата в помещении, повышения уровня шума, превышение электромагнитных излучений. Рассмотрены вопросы охраны окружающей

среды, защиты в случае чрезвычайной ситуации, а также правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

6.2 Производственная безопасность

Условия рабочей среды обусловлены физическими, химическими и биологическими факторами на рабочем месте. Если они соответствуют нормативам, то они не только не оказывают вредного воздействия на людей, но и способствуют сохранению их здоровья, обуславливают проявление способностей и стимулируют желание выполнять рабочие задачи. Комфортным называется состояние внешней среды, обеспечивающее оптимальную динамику работоспособности, хорошее самочувствие и сохранение здоровья работающего человека.

Рабочее место находится в офисном помещении. Площадь помещения составляет 24 м^2 , а объем составляет 60 м^3 , так как:

- длина $A = 6 \text{ м}$;
- ширина $B = 4 \text{ м}$;
- высота $C = 2,5 \text{ м}$.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 площадь на одно рабочее место пользователей ПК составляет $6,5 \text{ м}^2$ и 20 м^3 объема на одного человека [21]. В помещении работают три человека, следовательно, нормы по площади и объему выполняются.

При работе с ПК можно столкнуться с рядом вредных факторов и опасностей, к числу которых относятся:

- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенная или пониженная подвижность воздуха;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека.

Значительным физическим фактором является микроклимат рабочей зоны, особенно температура и влажность воздуха.

Микроклимат помещений – климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха. При определённых значениях микроклимата, человек испытывает состояние теплового комфорта, что способствует повышению производительности труда, предупреждению простудных заболеваний. Неблагоприятные значения микроклиматических показателей могут стать причиной снижения производственных показателей в работе, привести к таким заболеваниям работающих как различные формы простуды, радикулит, хронический бронхит и т.д.

При работе в помещениях, которая связана с длительным использованием ПК, возможны нервно-эмоциональные напряжения. В таких помещениях должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата (см. Таблицу 22).

Таблица 22 - Оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха для категорий работ 1а и 1б

Период года	Категория работ по уровням	Температура, С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, не более м/с
Холодный	1а	22–24	60–40	0,1
	1б	21–23		
Теплый	1а	23–25		
	1б	22–24		

Если помещения оборудованы ПК, то необходимо еженедельно проводить влажную уборку и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПК.

В помещении осуществляется естественная вентиляция посредством наличия оконного проёма (форточки), а также дверного проёма. По зоне действия такая вентиляция является общеобменной. Основным недостатком - приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания. Согласно нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 объем воздуха необходимый на одного человека в помещении без дополнительной вентиляции должен быть более 40 м³[21]. В нашем случае объем воздуха на одного человека составляет 20 м³, из этого следует, что в помещении необходимо обеспечить дополнительную вентиляцию.

Одним из наиболее опасных в производстве вредных факторов является шум. Шум – это совокупность аperiодических звуков различной интенсивности и частоты (шелест, дребезжание, скрип, визг и т.п.), способных оказывать неблагоприятное воздействие на организм.

Шум с уровнем звукового давления до 30-35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40-70 дБ приводит к неблагоприятным для организма последствиям. Последствия шума – головная боль, быстрая утомляемость, бессонница или сонливость, ослабление памяти, снижение реакции и т.д.

Основным источником шума на рабочем месте являются вентиляторы охлаждения ЭВМ. Уровень шума колеблется от 35 до 40дБА. При выполнении основной работы на ПК уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50дБА [21]. Следовательно, можно утверждать, что рабочее место соответствует вышеуказанным нормам.

Источником электромагнитных излучений в нашем случае являются дисплеи ПК. Монитор компьютера включает в себя излучения рентгеновской, ультрафиолетовой и инфракрасной области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Согласно СанПиН напряжённость электромагнитного поля на расстоянии 50см вокруг дисплея не должна превышать 25 В/м в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц и 2,5 В/м - в диапазоне от 2 до 400 кГц. Плотность магнитного потока не должна

превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250 нТл и 25 нТл - в диапазоне от 2 до 400 кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500 В [21]. Рабочие места оборудованы ПК типа Асер, имеющими характеристики:

- напряжённость электромагнитного поля составляет 2,5 В/м;
- поверхностный потенциал составляет 420 В.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 конструкция ПК и дисплея должна обеспечивать мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от корпуса не более 0,1 мбэр/ч (100мкР/ч). Предел дозы облучения для работников составляет 0,5 бэр/год.

Освещение рабочего места - важнейший фактор создания нормальных условий труда. Действие на человека недостаточной освещенности рабочей зоны и пониженной контрастности. Неудовлетворительное освещение утомляет не только зрение, но и вызывает утомление всего организма в целом. Неправильное освещение часто является причиной травматизма (плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы и блики от них). Резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю ориентации работающих, а также вызывают потерю чувствительности глазных нервов, что приводит к резкому ухудшению зрения.

Освещенность рабочего места, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, должна быть не менее 300-500 лк, что может достигаться установкой местного освещения [21]. Нормы освещения представлены в Таблице 23.

Таблица 23 – Нормы естественного и искусственного освещения

Характеристика зрительной работы	Наименьший объем различения, мм	Искусственное освещение, лк	
		Комбинированное	Общее
Высокая точность	0,3–0,5	750	300

Местное освещение не должно создавать бликов на экране. За счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране

не должна превышать 40 кд/м^2 . Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель.

Нормальная освещённость достигается в дневное время за счёт естественного света, проникающего через оконные проёмы, в утренние и вечерние часы за счёт искусственного освещения лампами.

В качестве источников искусственного света используется люминесцентная лампа, так как по спектральному составу она близка к дневному свету, а также обладает более высоким КПД и повышенной светоотдачей.

Меры защиты от опасных и вредных факторов производства делятся на технические и организационные. К ним относится защита от вредного воздействия облучения. При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

- для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранении здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы при восьмичасовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;
- дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;
- должны использоваться дисплеи со встроенными защитными экранами.

6.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц. Рабочую комнату можно отнести к помещениям без повышенной опасности. Так как влажность в норме, отсутствует высокая температура, токопроводящая пыль.

Во время нормального режима работы с ПК опасность электропоражения крайне мала. Но возможны аварийные ситуации. Поражение человека электрическим током может произойти в следующих случаях:

- при прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПК;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции;
- при возможном коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания, блоке развёртки монитора.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

- изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- установки защитного заземления;
- наличие общего рубильника;
- своевременный осмотр технического оборудования, изоляции.

Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает на него сложное воздействие, являющееся совокупностью термического, электролитического, биологического и механического воздействий, что приводит к различным нарушениям в организме, вызывая как местные повреждения тканей и органов, так и общее его поражение.

Термическое действие тока проявляется в ожогах тела, нагреве и повреждении органов, что вызывает их серьёзные функциональные расстройства.

Электролитическое действие тока проявляется в разложении крови и других жидкостей в организме, вызывает значительные нарушения их физико-химического состава, а также ткани в целом.

Механическое действие тока проявляется в разрывах кожи, кровеносных сосудов, нервной ткани, а также вывихах суставов и даже

переломах костей вследствие резких непроизвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через тело человека.

Биологическое действие тока выражается главным образом в нарушении биологических процессов, протекающих в живом организме, что сопровождается разрушением и возбуждением тканей, и сокращением мышц.

Любое из указанных воздействий может привести к электрической травме, то есть к повреждению организма, вызванному воздействием электрического тока.

Первая помощь при поражении электрическим током:

1) Обеспечить свою безопасность. Надеть сухие перчатки (резиновые, шерстяные, кожаные и т.п.), резиновые сапоги. По возможности отключить источник тока. При подходе к пострадавшему по земле идти мелкими, не более 10 см, шагами.

2) Сбросить с пострадавшего провод сухим токонепроводящим предметом (палка, пластик). Оттащить пострадавшего за одежду не менее чем на 10 метров от места касания проводом земли или от оборудования, находящегося под напряжением.

3) Вызвать самостоятельно или с помощью окружающих «скорую помощь».

4) Определить наличие пульса на сонной артерии, реакции зрачков на свет, самостоятельного дыхания.

5) При отсутствии признаков жизни провести сердечно-лёгочную реанимацию.

6) При восстановлении самостоятельного дыхания и сердцебиения придать пострадавшему устойчивое боковое положение.

7) Если пострадавший пришел в сознание, укрыть и согреть его. Следить за его состоянием до прибытия медицинского персонала, может наступить повторная остановка сердца.

6.4 Экологическая безопасность

В ПК большое количество компонентов, которые содержат токсичные вещества и представляют угрозу, как для человека, так и для окружающей среды. К таким веществам относятся:

- свинец (накапливается в организме, поражая почки, нервную систему);
- ртуть (поражает мозг и нервную систему);
- никель и цинк (могут вызывать дерматит);
- щелочи (прожигают слизистые оболочки и кожу);

Поэтому компьютер требует специальных комплексных методов утилизации. В этот комплекс мероприятий входят:

- отделение металлических частей от неметаллических;
- металлические части переплавляются для последующего производства;
- неметаллические части компьютера подвергаются специальной переработке;

В настоящее время ведётся создание и внедрение безотходной технологии в ряде отраслей промышленности, однако полный перевод ведущих отраслей промышленности на безотходную технологию потребует решения большого комплекса весьма сложных технологических, конструкторских и организационных задач.

6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В помещении имеется электропроводка напряжением 220 В, предназначенная для питания вычислительной техники и освещения. При неправильной эксплуатации оборудования и коротком замыкании электрической цепи может произойти возгорание, которое грозит уничтожением техники, документов и другого имеющегося оборудования.

Данное помещение относится к категории Д (наличие твёрдых сгораемых вещей). Необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

- организационные мероприятия, касающиеся технического процесса с учётом пожарной безопасности объекта;
- эксплуатационные мероприятия, рассматривающие эксплуатацию имеющегося оборудования;
- технические и конструктивные, связанные с правильным размещением и монтажом электрооборудования и отопительных приборов.

Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию;
- содержание в исправном состоянии изоляции токоведущих проводников.

К техническим мероприятиям относится соблюдение противопожарных требований при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В коридоре имеется порошковый огнетушитель типа ОП-5, рубильник, на двери приведён план эвакуации в случае пожара, и, на досягаемом расстоянии, находится пожарный щит.

Наиболее дешёвым и простым средством пожаротушения является вода, поступающая из обычного водопровода. Для осуществления эффективного тушения огня используют пожарные рукава и стволы, находящиеся в специальных шкафах, расположенных в коридоре. В пунктах первичных средств огнетушения должны располагаться ящик с песком, пожарные ведра и топор.

Если возгорание произошло в электроустановке, для его устранения должны использоваться огнетушители углекислотные типа ОУ-2 или порошковые типа ОП-5. Кроме устранения самого очага пожара нужно своевременно организовать эвакуацию людей.

6.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Обеспечение безопасности на рабочем месте подразумевает различные правовые и организационные решения. Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности необходимо соблюдение нормативов и правил ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить. Соблюдение рабочего режима, правил ведения работ и т.д.

Согласно СанПиН [21] при размещении рабочих мест с ПК расстояние между рабочими столами с видеомониторами должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м.

Рабочие места с ПК в помещениях с источниками вредных производственных факторов должны размещаться в изолированных кабинах с организованным воздухообменом.

Рабочие места с ПК при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5 - 2,0 м.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500 мм.

Рабочий стул должен быть подъёмно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надёжную фиксацию.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим лёгкую очистку от загрязнений.

Заключение

В работе были рассмотрены особенности применения методологии бережливого на предприятии по производству манометров. Данное исследование актуально для предприятия, так как сейчас российское производство нуждается в повышении конкурентоспособности и качества продукции без особых финансовых вложений. Внедрение бережливого производства как раз будет способствовать повышению эффективности производства и снижению издержек на изготовление продукции на данном предприятии.

В ходе выполнения работы был проанализирован процесс производства манометров. Была подтверждена его стабильность. Поэтому на манометрическом предприятии есть все условия для осуществления улучшений с помощью инструментов БП. Были посчитаны затраты на ремонт несоответствующей продукции, они составили 245000 руб. Одна из значительных причин возникновения несоответствий – это некачественная сборка/регулировка. Затраты на данный вид несоответствий – 48000 руб.

Поэтому следующим шагом исследования стал анализ участка предприятия по сборке механизмов. С помощью таких инструментов, как КПСЦ, диаграмма спагетти, диаграммы Парето и Исикавы, были выявлены «узкие места» процесса. К ним относятся: нерациональное планирование производственного участка; излишние запасы деталей и пустых тар, которые загромождают рабочее пространство; около 40% оборудования совсем не применяется в производственном процессе; инструменты и немаркированные тары с запасами не имеют определенного места, что затрудняет их поиск. Были выявлены основные виды несоответствий, регистрируемые контролем ОТК на участке. Результатом анализа стало выявление двух основных причин возникновения несоответствий на участке - это не сосредоточенность рабочего персонала во время выполнения операций и поставка бракованных деталей из механического цеха.

На основе полученных результатов были разработаны рекомендации по применению методологии БП на сборочном участке. Основная цель рекомендаций – это повышение организационной культуры на участке, что будет способствовать концентрации внимания производственного персонала на качественном выполнении операций. Это приведёт к снижению уровня несоответствий. Так же применение рекомендаций позволит упростить производственный процесс и повысить операционные показатели. И ключевой фактор для успешного внедрения БП на предприятии - это повышение уровня вовлеченности и заинтересованности высшего руководства и рабочего персонала в процесс улучшений.

Был проведен расчет затрат на внедрение данных рекомендаций, он составит 161 065 без учета затрат на разработку проекта. Затраты на разработку было принято решение не учитывать, так как основная доля – это заработная плата участников, которые параллельно выполняли свои прямые обязанности. Был определён экономический эффект от внедрения разработанных рекомендаций за год - 135 540 руб. за счёт снижения затрат на материалы для изготовления деталей и уменьшения доли несоответствий. В долгосрочной перспективе затраты на применение методологии БП окупятся, и предприятие получит экономическую выгоду.

Таким образом, при интересе высшего руководства и рабочего персонала прогноз на эффективное внедрение методологии БП на сборочном участке оптимистический. На предприятии есть все условия для проведения непрерывных улучшений, способствующих повышению эффективности процесса, производительности и качества труда. В результате конкурентоспособность приборов существенно возрастет.

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 56020-2014 «Бережливое производство. Основные положения и словарь» / Нормативно-правовая база «Кодекс». - 2016. [электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/1200110957>
2. ГОСТ Р 56404-2015 «Бережливое производство. Требования к системам менеджмента» / Нормативно-правовая база «Кодекс». - 2016. [электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/1200120646>
3. ГОСТ Р 56407-2015 «Бережливое производство. Основные методы и инструменты» / Нормативно-правовая база «Кодекс». - 2016. [электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/1200120649>
4. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» / Нормативно-правовая база «Кодекс». - 2016. [электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/1200124393>
5. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования» / Нормативно-правовая база «Кодекс». - 2016. [электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/1200124394>
6. ГОСТ Р ИСО/ТО 10017-2005 «Статистические методы. Руководство по применению в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001» / Нормативно-правовая база «Кодекс». - 2015. [электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-to-10017-2005>
7. ГОСТ Р 50779.42-99 «Статистические методы. Контрольные карты Шухарта» / Нормативно-правовая база «Кодекс». - 2016. [электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-50779-42-99>
8. Ягофаров А.А. Как выбрать стратегию по реализации программы «Бережливое производство» [Текст] / Ягофаров А.А.// Методы менеджмента качества. – 2013. – 12. – с. 4 - 9.
9. Кравченко Е.В. Сравнительная оценка современных концепций управления: методический аспект [Текст] /Кравченко Е.В.//Методы менеджмента качества. – 2015. – 09. - с 5 - 8.

10. Деловой портал «Управление производством» [электронный ресурс]: http://www.up-pro.ru/library/production_management/Lean
11. Казарин В. Кайдзен. Блог по бережливому производству [электронный ресурс]: <http://wkazarin.ru/blog/>
12. Батурич Д.Л. Практические методы внедрения элементов бережливого производства [Текст] /Батурич Д.Л./Методы менеджмента качества. -2014. - 07. – с. 10-15.
13. Чан Рен Жи Дж., Камаруддин Ш., Азид И.А. Применение методологии Lean на предприятиях малого и среднего бизнеса на примере топографии [Текст] //Методы менеджмента качества. - 2015. - 09. - с. 10-16.
14. Рубинец П. Lean-карта. Бережливое производство в России и в мире [электронный ресурс]: - 2009: <http://www.leaninfo.ru/2009/07/24/lean-map/#>
15. Рубинец П. Бережливое производство в Томске [электронный ресурс]: - 2014: <http://www.leaninfo.ru/2009/07/24/lean-map/#>
16. Ефимов В.В., Барт Т.В. Статистические методы в управлении качеством [текст]: КНОРУС. - 2010 г. – 172 с.
17. Ю.В. Царев, А.Н. Тростин. Статистические методы контроля и управления качеством. Контрольные карты [текст]: учебно-методическое пособие. – Иваново. - 2011 г. – 160 с.
18. Концепция внедрения БП на предприятиях железнодорожного машиностроения [электронный ресурс]: Москва НП «ОПЖТ». – 2013.: <http://www.opzt.ru/sites/default/files/document/2015/01/572/1796.pdf>
19. Рон Перейра. Руководство по бережливому производству. Lean Manufacturing [электронный ресурс]: <http://wkazarin.ru/wp-content/uploads/2013/09/LSSAGLM.pdf>
20. Ведущая приборостроительная компания [электронный ресурс]: <http://www.manotom-tmz.ru/>
21. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно–вычислительным машинам и организации работ»




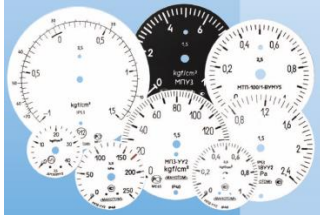
Приложение А – Краткая характеристика инструментов БП

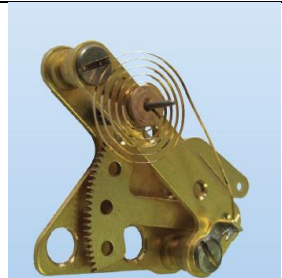


Инструмент БП	Определение	Пример
Стандартизация работы	Точное описание каждого действия, включающее время цикла, время такта, последовательность выполнения определенных задач, минимальное количество запасов для выполнения работы.	Хронометраж, нормирование, разработка стандартов работы
Организация рабочего пространства (5S)	Совокупность шагов по организации и поддержанию порядка на рабочих местах, начиная от поиска источников беспорядка до внедрения системы постоянного совершенствования рабочего пространства.	«Красные ярлыки», оконтуривание, ячеечное размещение предметов
Карта потока создания ценности (VSM, КПСЦ)	Метод, направленный на создание визуального образа информационных и материальных потоков, необходимых для выполнения заказов потребителя.	Карта текущего состояния и карта будущего состояния
Визуализация	Расположение всех инструментов, деталей, производственных стадий и информации о результативности работы производственной системы таким образом, чтобы они были четко видимы, и чтобы каждый участник производственного процесса моментально мог оценить состояние системы.	Маркировка, разметка, стенды, плакаты, информационные доски, электронные табло, графическое представление данных.
Быстрая переналадка (SMED)	Сокращение времени, необходимого для наладки, настройки оборудования с производства одного вида изделия на производство изделия другого вида.	Стандартизация процесса, создание вспомогательных процессов
Канбан	Информационная система, которая регулирует процессы снабжения материалами, производства и транспортирования продукции в нужном количестве и в нужное время на каждой производственной операции	Ярлыки, карточки, которые передаются по ходу производственного процесса
Всеобщее обслуживание оборудования (TPM)	Планирование и реализация мероприятий по предупреждению и устранению потерь, связанных с оборудованием. Инструменты: диаграмма Исикавы, 5 почему, FMEA.	Периодический ремонт, оценка износа оборудования
Точно вовремя (Just in time)	метод сокращения времени производственного цикла, когда материалы, услуги и другие ресурсы предоставляются только тогда, когда они необходимы.	Визуализация, карточки

Приложение Б – Перечень средств измерения, конструируемых и изготавливаемых на предприятии

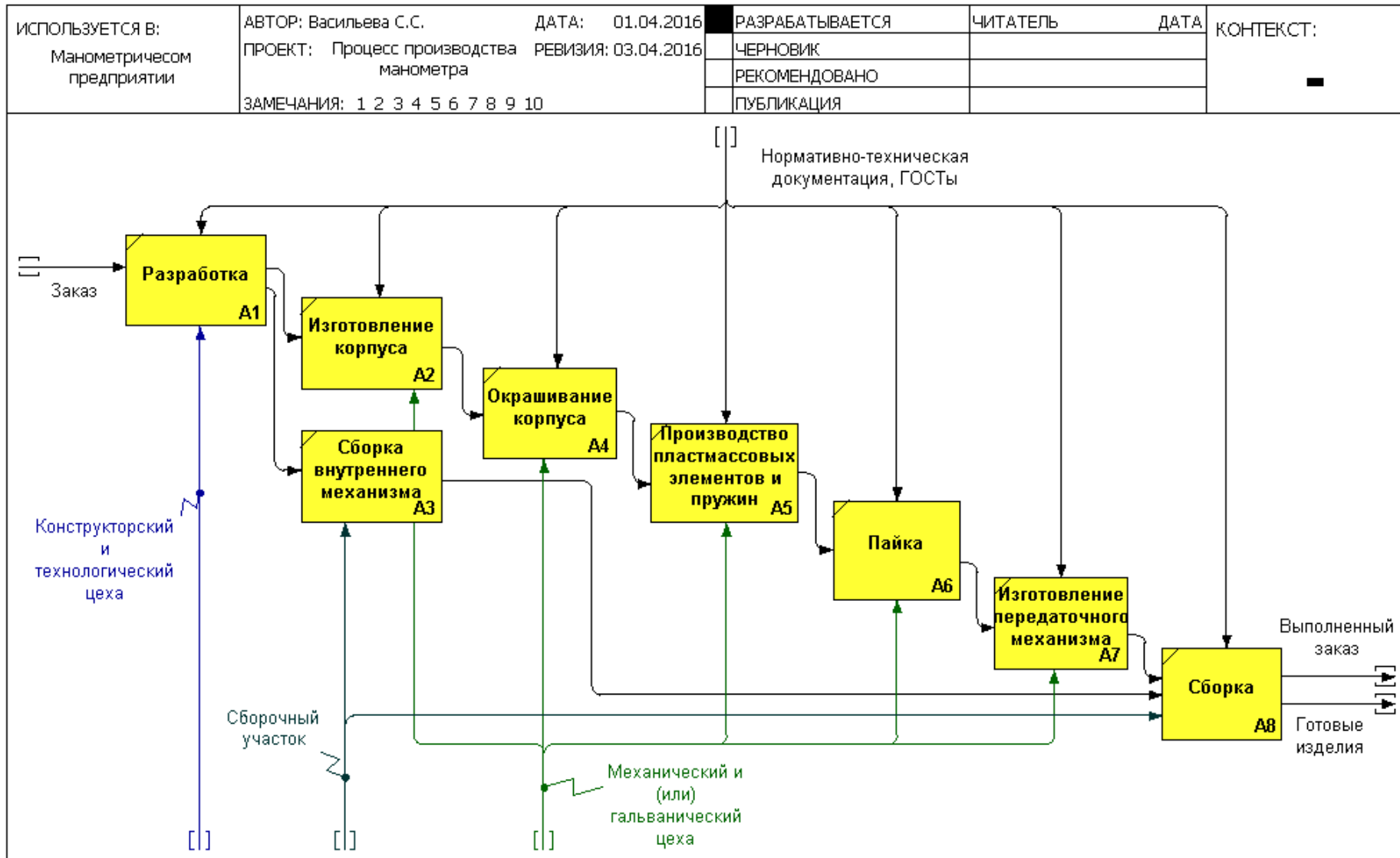
№	Наименование изделия	Технические условия
1	Манометры избыточного давления, вакуумметры и мановакуумметры показывающие МП-У, ВП-У, МВП-У	ТУ 25-02.180355-84
2	Манометры, вакуумметры и мановакуумметры показывающие сигнализирующие ДМ 2005Сг, ДВ 2005Сг, ДА 2005Сг ДМ 2005Сг1Ех, ДВ 2005СГ1Ех, ДА 2005С1Ех	ТУ 4212-040-0025590 - 2001
3	Манометры, вакуумметры и мановакуумметры показывающие сигнализирующие ДМ 2010Сг, ДВ 2010Сг, ДА 2010Сг	ТУ 4212-040-0025590 - 2001
4	Манометры, вакуумметры и мановакуумметры показывающие судовые МТПСд-100-ОМ2, ВТПСд-100-ЩЬ2, МВТПСд-100-ОМ2	ТУ 25-02.1946-76
5	Манометры, вакуумметры и мановакуумметры показывающие МПА-Кс, ВПА-Кс, МВПА-Кс	ТУ 25-7329.002-96
6	Манометры, вакуумметры и мановакуумметры показывающие виброустойчивые М-ЗВУ, МВ-ЗВУ, В-ЗВУ	ТУ 25-7310.041-86
7	Манометры, вакуумметры и мановакуумметры показывающие для точных измерений МПТИ, ВПТИ, МВПТИ	ТУ 4212-044-0025590 - 2003
8	Манометры, вакуумметры и мановакуумметры показывающие сигнализирующие ДМ5010Сг0Ех, ДВ5010Сг0Ех, ДА5010Сг0Ех	ТУ 4212 – 00225590 - 2006
9	Манометры цифровые ДМ5001	ТУ 311 – 00225590.022 - 94
10	Манометры цифровые ДМ5002, ДМ5002Вн	ТУ 4212-039 – 00225590-2003
11	Датчики давления типа ДМ5007	ТУ 311 – 00225590.020-95
12	Датчики температуры ТС5008, ТС5008Ех	ТУ 311 – 00225590.012-95
13	Манометры, вакуумметры и мановакуумметры показывающие сигнализирующие ДВ5012Сг, ДА5012Сг, ДМ5012СгВн, ДВ5012СгВн, ДА5012СгВн	ТУ 4212-057-0025590 - 2009

Приложение В – Характеристика элементов манометра

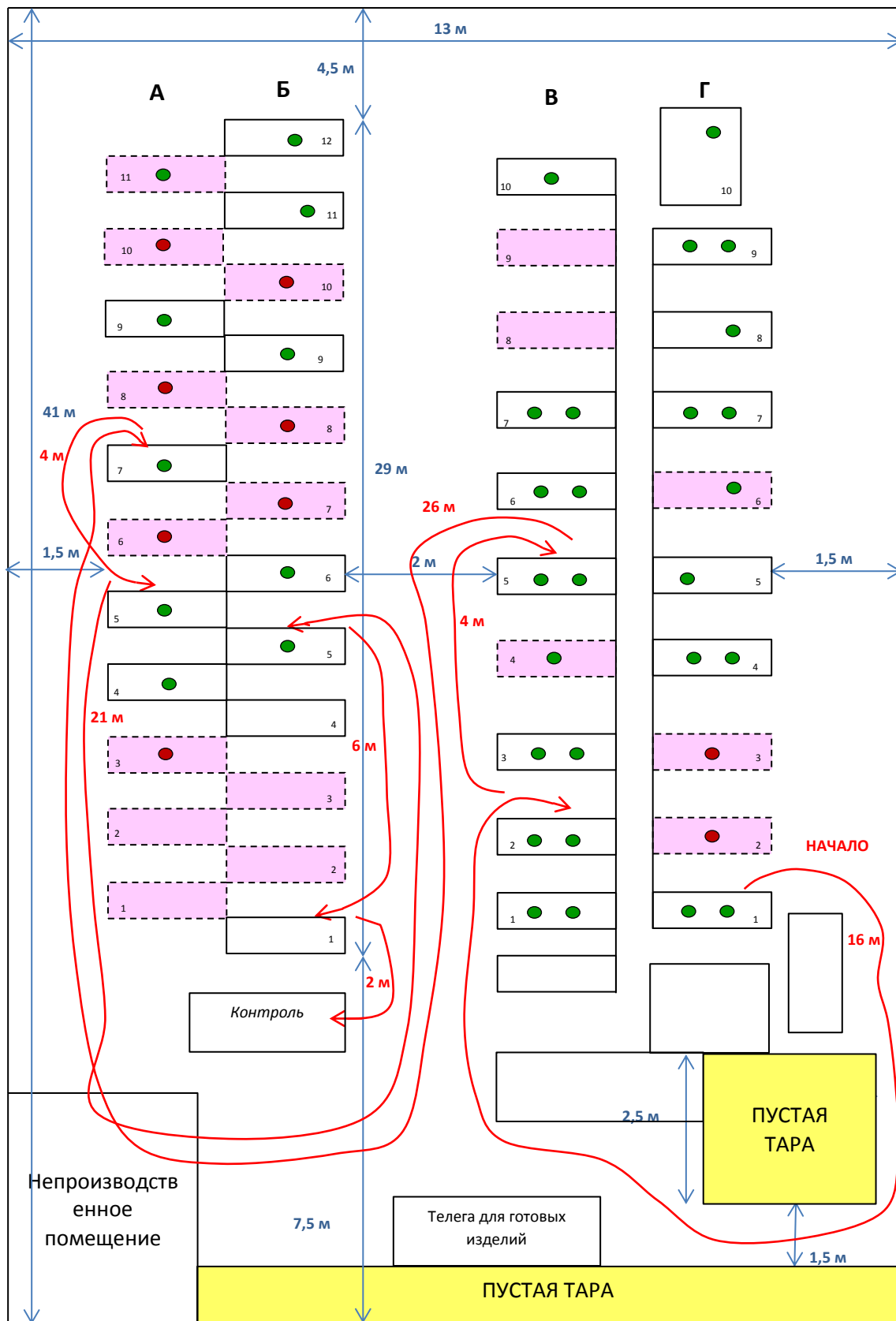
№	Элемент	Характеристика	Изображение элемента
1	Обечайка	Открытый цилиндрический элемент манометра.	
2	Стекло	Стекло бывает следующих видов: литое, плоское органическое, оконное листовое.	-
3	Экран	На нем отображаются показатели измеряемого давления в виде цифр.	
4	Стрелка	-	
5	Циферблат	<p>Изготавливается из стали или алюминиевого сплава. Цвет – белый (для приборов МП и МП2 – черный). На циферблат наносят следующие обозначения: единица измерения; класс точности; условное обозначение прибора с указанием вида климатического исполнения по ГОСТ 15150;</p> <p>Степень защиты прибора по ГОСТ 14254; знак утверждения типа средств измерений по ПР 50.2.2009; знак соответствия; максимальное напряжение и максимальная разрывная мощность контактов и другие.</p>	

6	Механизм	Механизм состоит из таких узлов и деталей, как: трибка, сектор, плата нижняя, упор, тяга, ползунок, винт, шайба.	
7	Узел держателя	<ul style="list-style-type: none"> - состоит из держателя и чувствительного элемента, которые соединяют между собой пайкой или сваркой; - является основанием для крепления трубчатой пружины; - изготавливается из медного сплава или стали и имеет различные варианты резьбы присоединительного шнура. 	
8	Ползунок	-	-
9	Корпус	Выпускается следующих диаметров: 40, 50, 60, 100, 160 мм. Материал корпуса: сталь, алюминий, полистирол.	

Приложение Г – Модель процесса производства манометра

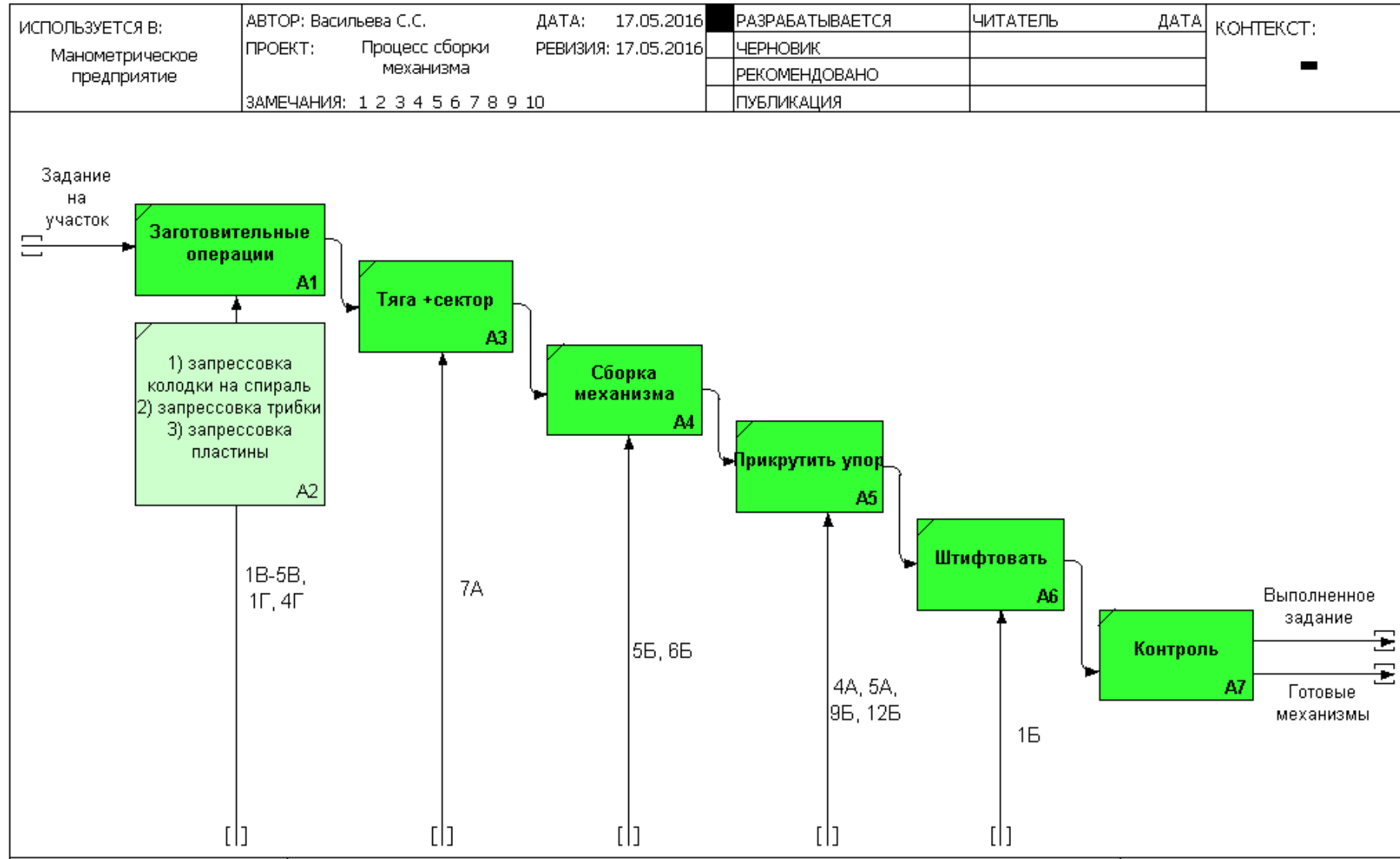


Приложение Д – Текущая схема сборочного участка



- Используемое оборудование
- Неиспользуемое оборудование

Приложение Е – Алгоритм сборки механизма для манометра

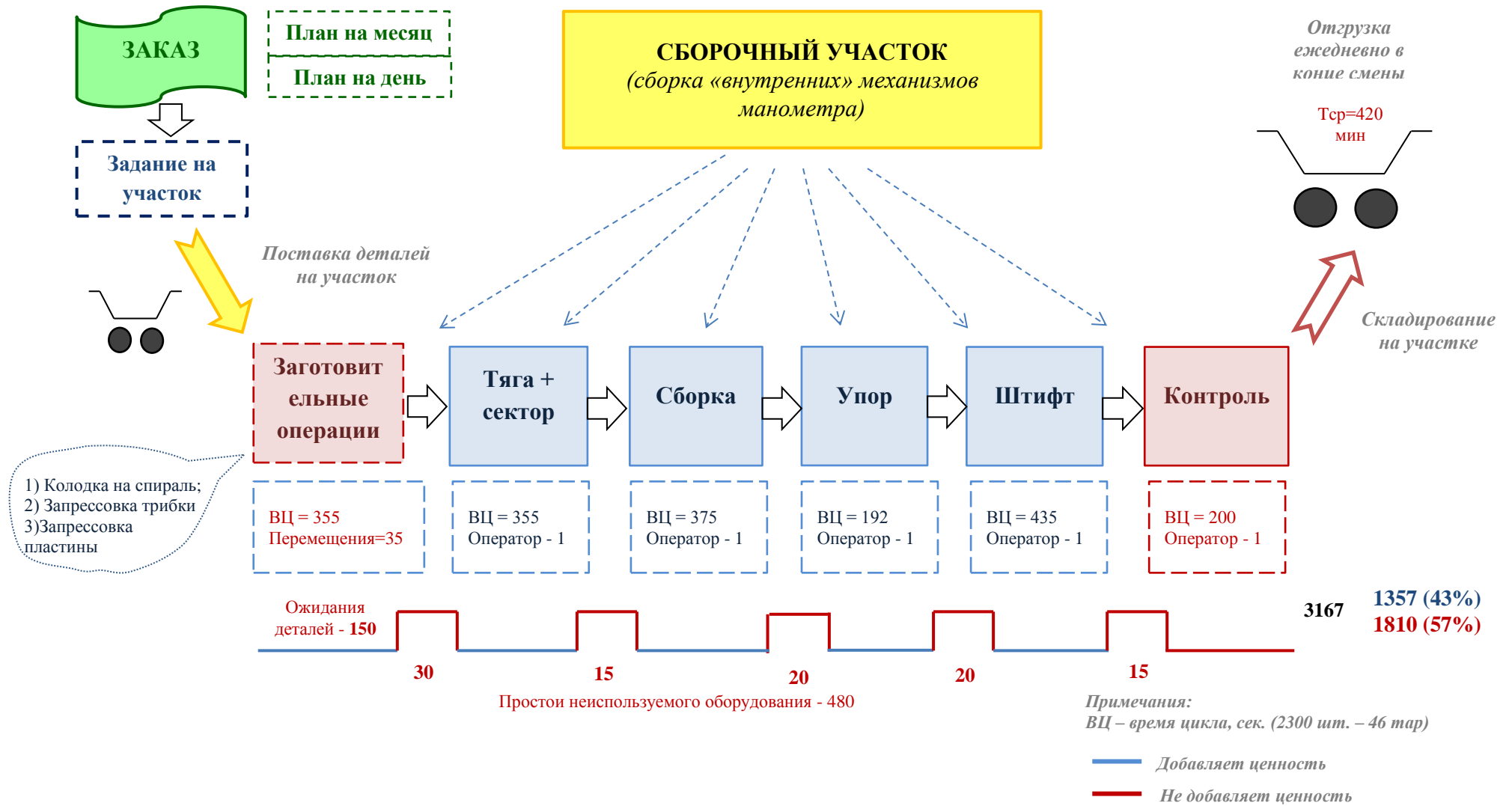


Приложение Ж – КПСЦ текущего состояния производственного процесса сборки механизмов

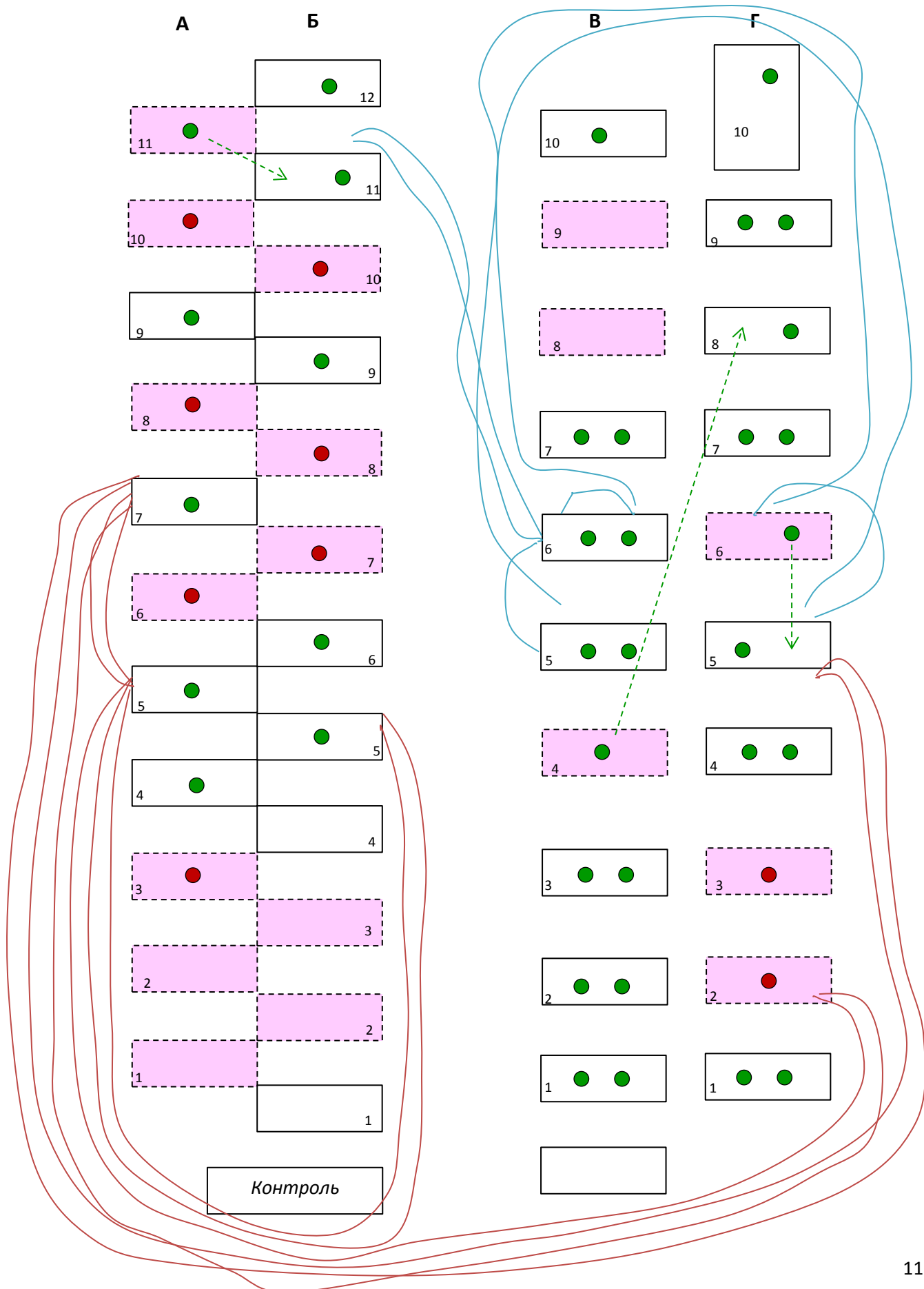
Таблица 24 – Данные для построения КПСЦ текущего состояния

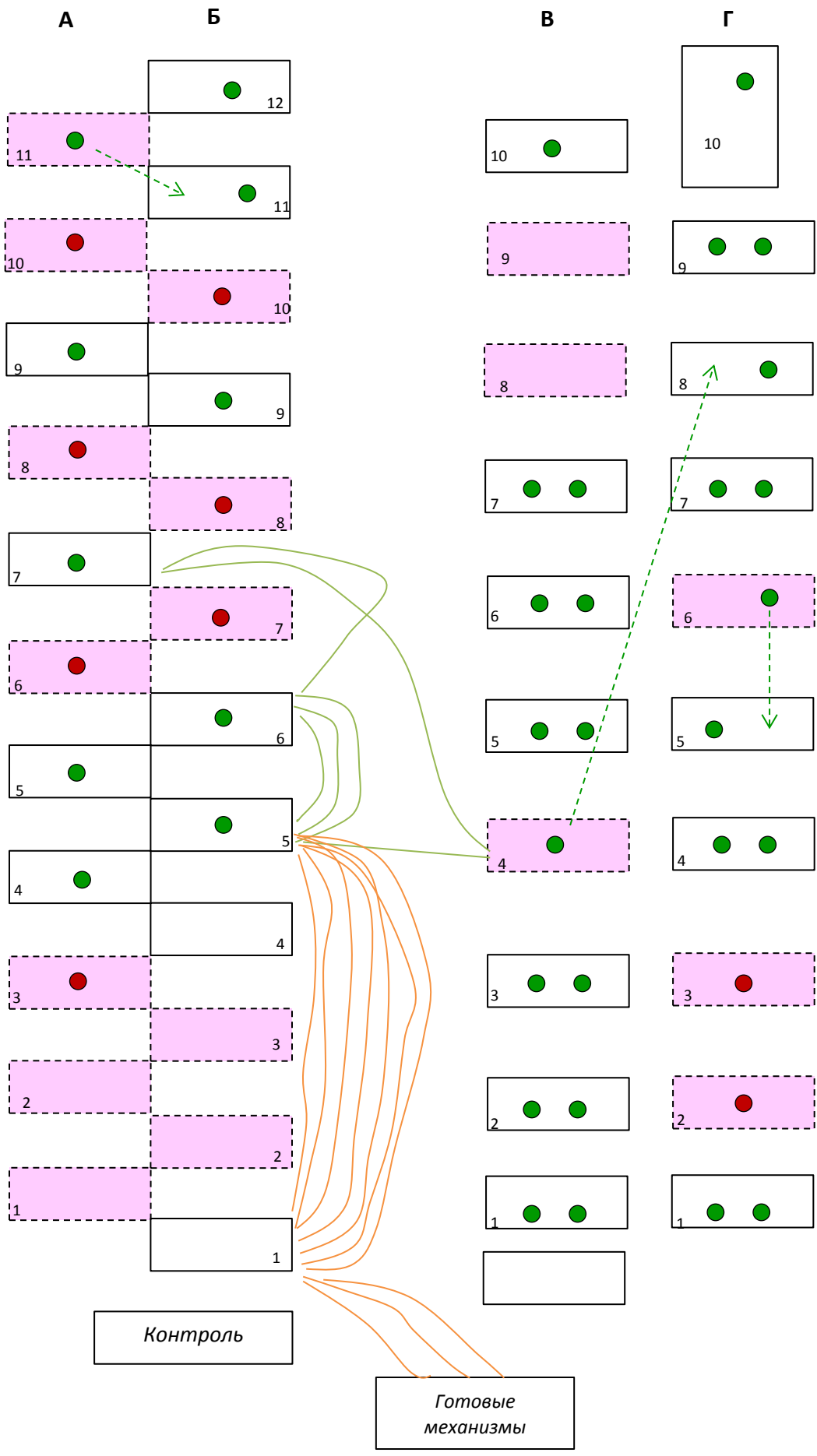
№		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Итого
Действие, операции		Хранение на участке	Контроль	Перемещение к контролю	Штифтовать	Перемещение на рабочее место №1Б	Прикрутить упор	Перемещение на 5Б	Сборка механизма	Перемещение на рабочее место №5А	Тяга + сектор	Перемещение на рабочее место №7А	Запрессовка пластины	Перемещение на рабочее место №5В	Запрессовка трибки	Перемещение на рабочее место №2В	Запрессовка колодки на спираль	
Место реализации действий			Контроль		Рабочее место №1Б		Рабочее место №5Б		Рабочее место №5А		Рабочее место №7А		Рабочее место №5В		Рабочее место №2В		Рабочее место №1Г	
Время создания ценности (2300 штук – 46 тар)	мин				435		192		375		355							1357
Время, в течение которого ценность не создается	Перемещения	мин		15		20		20		15		30		15		20		135
	Контроль	мин	200															200
	Переналадка оборудования	мин													10			10
	Ожидание деталей	мин							10				20		120			150
	Простой оборудования																	480
	Хранение	мин	480															420
	Переделка	мин		30														30
	Отдых	мин		30														30
Заготовительные операции	мин												125		115		115	355
Общее время выполнения операции	мин																	3167
Всего операторов		5																

Рисунок 14 – Графическое представление КПСЦ текущего состояния



Приложение 3 – Диаграмма перемещений рабочих на участке



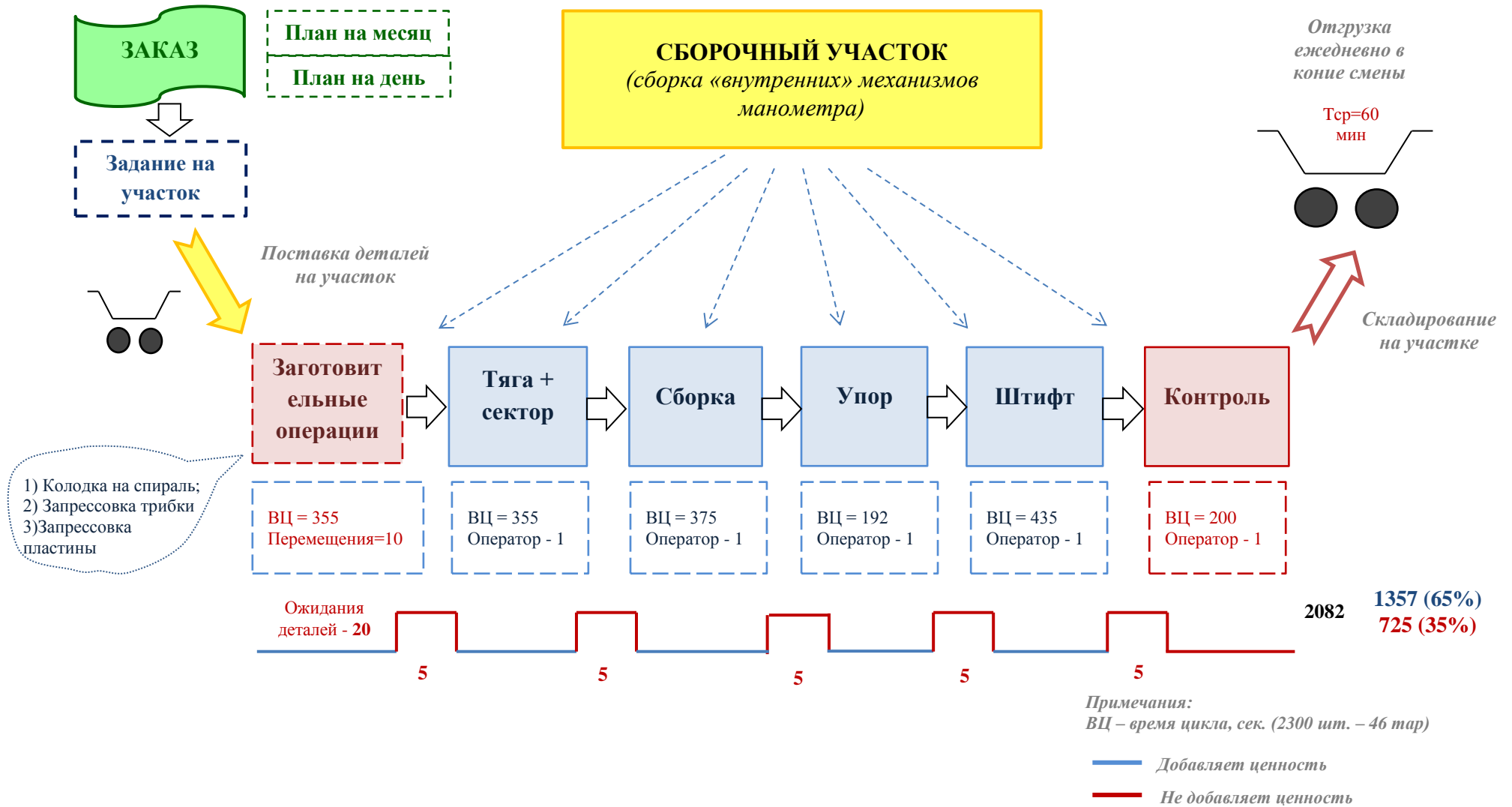


Приложение И – Карта будущего состояния

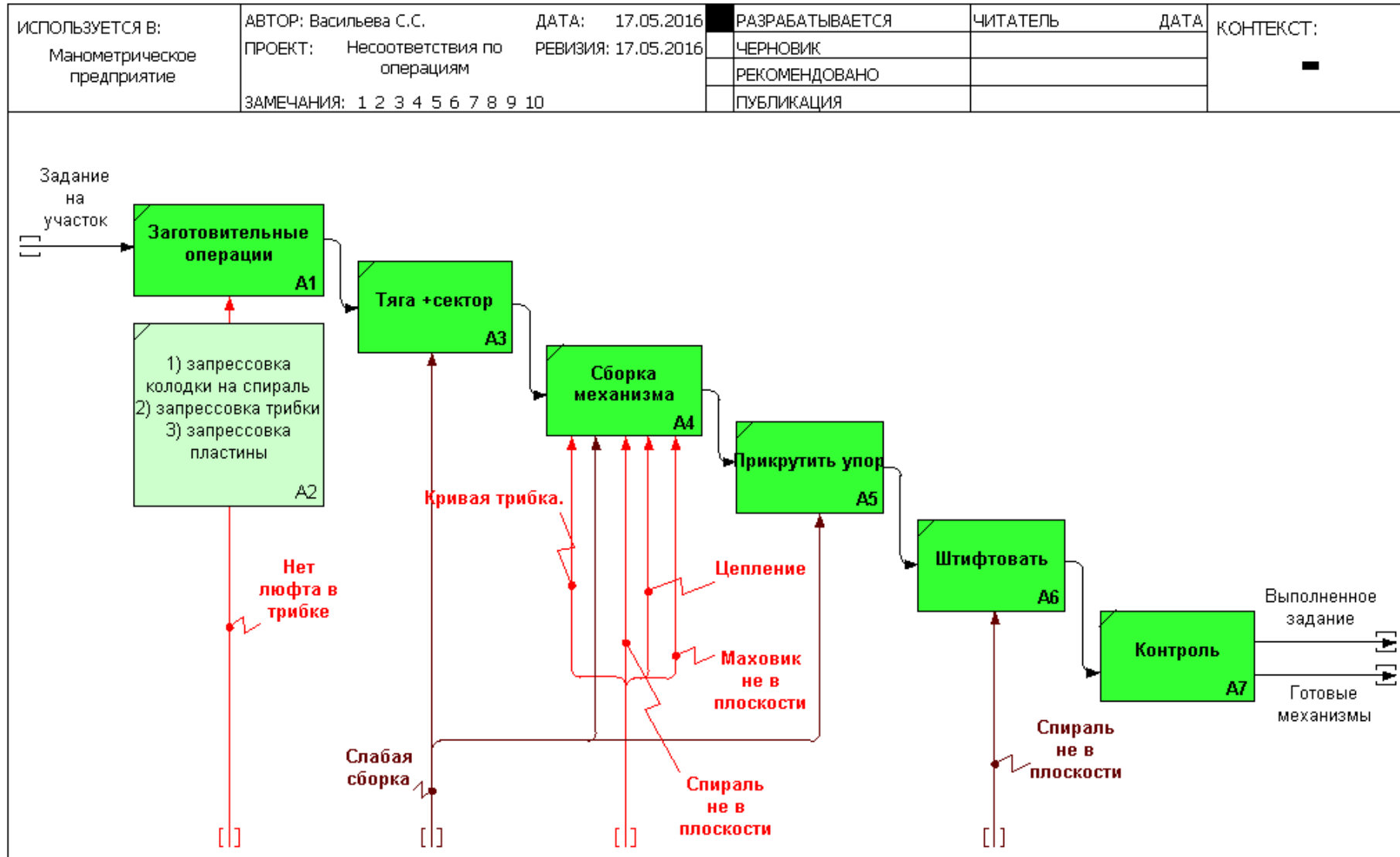
Таблица 25 – КПСЦ текущего состояния производственного процесса сборки механизма

№		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Итого
Действие, операции		Хранение на участке	Контроль	Перемещение к контролю	Штифтовать	Перемещение на рабочее место №1Б	Прикрутить упор	Перемещение на 5Б	Сборка механизма	Перемещение на рабочее место №5А	Тяга + сектор	Перемещение на рабочее место №7А	Запрессовка пластины	Перемещение на рабочее место №5В	Запрессовка трибки	Перемещение на рабочее место №2В	Запрессовка колодки на спираль	
Место реализации действий			Контроль		Рабочее место №1Б		Рабочее место №5Б		Рабочее место №5А		Рабочее место №7А		Рабочее место №5В		Рабочее место №2В		Рабочее место №1Г	
Время создания ценности (2300 штук – 46 тар)	мин				435		192		375		355							1357
Время, в течение которого ценность не создается	Перемещения	мин		5		5		5		5		5		5		5		35
	Контроль	мин			200													200
	Переналадка оборудования	мин													10			10
	Ожидание деталей	мин													20			20
	Простои оборудования																	0
	Хранение	мин	60															60
	Переделка	мин		15														15
	Отдых	мин		30														30
Заготовительные операции	мин											125		115		115	355	
Общее время выполнения операции	мин																	2082
Всего операторов		5																

Рисунок 15 – Графическое представление КПСЦ будущего состояния



Приложение К – Несоответствия по операциям технологического процесса



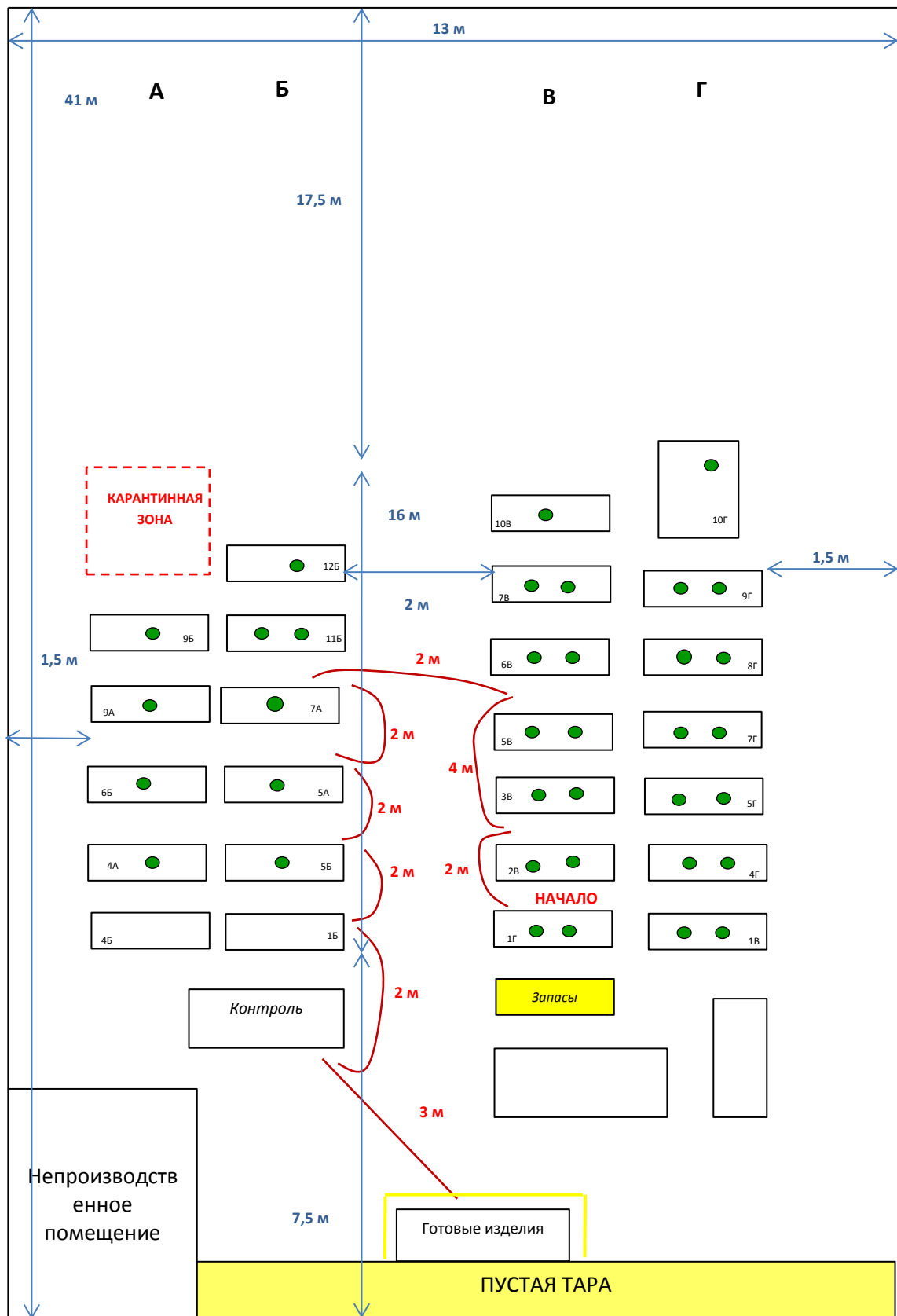
Приложение Л - Выявленные потери и мероприятия по их устранению

№	Виды потерь	Характеристика	Мероприятия
1	Излишние запасы	<p>1) На участке находится избыточное количество немаркированных запасов деталей.</p>  <p>2) Избыточное количество пустых тар для готовых механизмов, что занимает значительную часть производственного помещения.</p> 	<p>Применение инструмента Канбан (создание вытягивающей системы производства, реализация принципа «Just in time»)</p>

№	Виды потерь	Характеристика	Мероприятия
2	Ожидания, простои	<p>1) Ожидания деталей из-за:</p> <ul style="list-style-type: none"> - отсутствия их на складе; - несвоевременной поставки к рабочим местам; - неточного количества поставки (так как на складе количество определяется не поштучно, а по весу). <p>2) Простои неиспользуемого в производственном процессе оборудования.</p> 	<p>Рациональное планирование производственного участка, ликвидация неиспользуемого оборудования</p>
3	Брак/дефект/ переделка	<p>1) В результате контроля ОТК часть механизмов возвращаются на переделку (ежедневно).</p>	<p>Создание системы мотивации персонала за снижение уровня переделок (это повысит их внимательность к выявлению несоответствий в ходе выполнения)</p>

№	Виды потерь	Характеристика	Мероприятия
		2) Первый рабочий день месяца – ремонт механизмов, вернувшихся из участка сборки манометров.	Мероприятия (операций)
		3) На участок поступают дефектные детали из механического цеха.	Провести работу с механическим участком, который поставляет дефектные детали (выявить корневые причины возникновения несоответствий)
4	Излишние перемещения	<p>Нерациональное планирование производственного участка, расположения рабочих мест и оборудования.</p> 	<p>Рациональное размещение рабочих мест и оборудования с помощью следующих инструментов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - «красные ярлыки»; - 5S (оконтуривание рабочих мест, ячеечное размещение инструментов и деталей); - визуализация (маркировка тар, стенды, информационные доски); - стандартизация (разработка кратких и понятных инструкций на каждую операцию).

Приложение М – Схема будущего участка



Приложение Н – Диаграмма Ганта проведения научного исследования

№	Вид работ	Исполнители	Тки, кал. дн.	Декабрь		Январь	Февраль			Март			Апрель			Май	
				2	3	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение темы работы	Руководитель	5														
2	Выдача технического задания	Руководитель	6														
3	Сбор, изучение и анализ информации по теме	Студент	44														
4	Календарное планирование работ по теме	Студент	6														
5	Анализ процесса производства манометров (анализ рекламаций, доли несоответствий, затрат на ремонт; оценка стабильности процесса)	Студент, специалист по управлению качеством	13														
6	Анализ сборочного участка	Студент, мастер участка	21														

7	Разработка предложений по внедрению инструментов БП	Студент, мастер участка, технолог	13																
8	Анализ замечаний, несоответствий, выявленных руководителем	Руководитель, Студент	3																
9	Устранение замечаний и несоответствий	Студент	9																
10	Анализ полученной работы	Руководитель, Студент	3																
11	Оформление работы	Студент	12																



– руководитель;



– студент.



– специалист по управлению качеством



– мастер участка



– технолог