

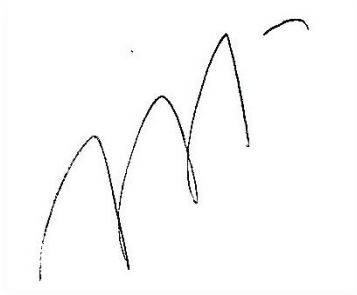
Лазарев Сергей Вячеславович

**РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ВНЕДРЕНИЯ БЕРЕЖЛИВОГО
ПРОИЗВОДСТВА НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация
производства

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Москва – 2025

Работа выполнена в ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

Научный руководитель: **Омельченко Ирина Николаевна**
доктор технических наук, доктор экономических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Анцев Виталий Юрьевич**
доктор технических наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет», заведующий кафедрой «Транспортно-технологические машины и процессы»

Кравченко Игорь Николаевич
доктор технических наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, главный научный сотрудник лаборатории цифровых методов управления жизненным циклом

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

Защита состоится «___» _____ 2026 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета 24.2.331.18 на базе Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана по адресу: 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 7, ауд. 414 ибм.

Ваш отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенных печатью, просим выслать по адресу: 105005, г. Москва, 2-ая Бауманская ул., д. 5, стр. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МГТУ им. Н.Э. Баумана и на сайте www.bmstu.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2026 г.

Телефон для справок 8 (499) 267-09-01.

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.т.н., доцент

Постникова Елена Сергеевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. После ухода в 2022 году иностранных производителей с рынка Российской Федерации существует назревшая необходимость наращивать собственное производство, а значит, актуальным становится поиск организационно-технических решений, направленных на повышение производительности, сокращение затрат на изготовление и повышение качества производимой продукции.

Одним из путей разрешения указанных проблем является переход предприятий к организации производственного процесса (ПП) на основе концепции (модели) бережливого производства. Протоколом № 12 от 24 сентября 2018 года заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам утвержден проект «Производительность труда и поддержка занятости», реализуемый через АНО «Федеральный центр компетенций» (ФЦК), в основе которого лежат инструменты БП. Однако, после завершения взаимодействия с ФЦК, не все предприятия продолжают в полной мере реализовывать концепцию БП. По данным отчета АНО «ФЦК» на конец 2024 года из 6718 предприятий-участников проекта самостоятельно реализующих мероприятия остается только 972, то есть только 14,5% предприятий.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью обеспечить долгосрочность и результативность внедрения модели бережливого производства в организационную структуру машиностроительных предприятий (МП). В настоящее время долгосрочность большинства проектов по БП сохраняется невысокой. Наблюдается поверхностный подход к применению инструментов БП. Существует сложность диверсификации целей и задач внедрения БП от высшего руководства предприятия до рядового персонала. В результате план развития БП существует как документ и до практического применения доходит, как правило, не полностью. Практика показывает, что в ряде случаев, программы БП воспринимаются руководителями производства не как способ улучшения показателей предприятия, а как дополнительная нагрузка, что влечет за собой формальное выполнение требований программ БП. Для получения долгосрочного эффекта существует необходимость повышения стабильности проектов внедрения БП. В связи с этим требуют более полного исследования основные элементы, их последовательность и алгоритм перехода машиностроительного предприятия на концепцию БП [2].

Степень разработанности темы исследования. Принципы БП берут начало в новой школе управления производством, основанной на теории человеческих отношений в работах Мери Паркер Фоллет и Элтона Мэйо (проводились с 1926 по 1932 год) после нормативной школы Тейлора. В середине 40-х XX века Гомер Саразон основал систему научного подхода в радиопромышленности Японии. Несколькими годами позже Эдвардс Деминг донес до руководителей промышленных предприятий Японии знания, основанные на теории управления качеством и на теории человеческих отношений, создав новую эпоху в индустриальном развитии Японии, что развилось в практическом подходе к управлению в Тойота.

В развитие БП за последние 60 лет внесли вклад ученые и практики: И. Ансофф, К. Арджирис, Э. Деминг, Д. Джуран, М. Имаи, К. Исикава, Д. Лайкер, Р. Лайкерт, Г. Ливитт, Д. МакГрегор, А. Маслоу, Т. Оно, Х. Рамперсад, Д. Седдон, С. Синго, Л. Урвик, У. Шухарт. Вопросам управления качеством производства на основе БП

посвящены труды российских ученых: В.М. Бабушкина, А.А. Кизим, В.И. Мамонова, Д.В. Маслова, Н.П. Плетнеевой, В.А. Полуэктова, М.Ю. Твелера, Г.П. Шлыкова. Начиная с редакции 2000 года, инструменты БП нашли отражение в международных стандартах ISO 9000. Отечественная наука об организации производства формируется фундаментальной теорией, описанной в работах Ю.П.Адлера, А.М.Карминского, В.В.Окрепилова, А.И.Орлова. Прикладные исследования проблем внедрения БП описаны в работах Н.С.Давыдовой и Ю.П.Клочкова. Весомый вклад в развитие современной концепции управления предприятием в целом, и БП, в частности, внесли такие ученые и практики как В.В. Бойцов, В.А. Васильев, С.А. Васин, В.А. Гличев, В.Н. Козловский, В.А. Лapidус, У. Левинсон, И.Н. Омельченко, Э. Шейн, В.П. Шпер и другие.

Имеющийся в работах опыт изучения БП использован в данном диссертационном исследовании. Проведенный анализ теоретических основ БП и практических результатов внедрения БП на предприятиях РФ показал **актуальность разработки механизма внедрения БП**, способного повысить эффективность внедрения и дать долгосрочный результат от применения БП, что определило выбор темы диссертационной работы.

Цель работы – формирование эффективного механизма перехода машиностроительных предприятий к модели бережливого производства на основе принципа пяти компонент качества, обеспечивающего повышение производительности и сокращения затрат на изготовление продукции.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать основные трудности и ограничения внедрения модели бережливого производства на машиностроительных предприятиях для систематизации существующих подходов к созданию соответствующих элементов систем управления качеством.

2. Разработать классификацию факторов, влияющих на процесс организации перехода к модели бережливого производства, оценка которых позволяет быстро реагировать на возникающие причины отклонения параметров производственных процессов.

3. Сформировать алгоритм анализа внедрения модели бережливого производства, позволяющий корректировать состояние производственного процесса.

4. Усовершенствовать структуру механизма внедрения модели бережливого производства на машиностроительных предприятиях, позволяющего повысить эффективность производственного процесса.

5. Составить методические рекомендации по внедрению модели бережливого производства, выполнить их апробацию на машиностроительном производстве и оценить эффективность предложенных мероприятий.

Объект исследования – процесс организации построения эффективных машиностроительных предприятий на основе концепции бережливого производства.

Предметом исследования являются механизмы внедрения модели бережливого производства на машиностроительных предприятиях.

Методология и методы исследования. Теоретическую и методологическую основу исследования составили общенаучные методы дедукции, индукции, анализа, синтеза, формализации, теории систем, теории множеств, а также специальные методы теории принятия решений, экспертных оценок, анкетный опрос, элементы

моделирования процессов, внешнее и включенное наблюдение, статистические методы. Информационно-эмпирическую базу исследования составили законодательные документы федерального и республиканского значения, действующие нормативные правовые акты, статистические и аналитические отчеты, доклады, практический опыт компании Тойота, учение Деминга, анализ международных стандартов ISO 9000, труды отечественных и зарубежных ученых в области систем управления качеством. Для решения задач использованы методы сравнительного анализа, концепции управления ПП предприятия.

Научная задача заключается в развитии концепции БП и разработке механизма внедрения БП на машиностроительном предприятии.

Область исследования диссертации включает производственные предприятия машиностроительного профиля и соответствует пункту «17. Разработка и научно-практическое развитие инструментов бережливого производства, синхронизации в производственных системах, оптимизации процессов и рабочих мест» паспорта специальности 2.5.22 «Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства».

Научную новизну работы составляют:

1. Механизм внедрения модели бережливого производства на машиностроительных предприятиях, отличающийся возможностью учета пяти компонент качества, таких как - обеспечение организационного взаимодействия, анализ источника причин отклонения параметров производственных процессов, стандартизация, техническое обслуживание и ремонт (ТОиР), организация цепей поставок, а также применением системных критериев контроля состояния процесса внедрения на каждом из его этапов в соответствующих структурных подразделениях предприятия.

2. Классификация причин отклонения параметров производственных процессов, возникающих при переходе к модели бережливого производства, отличающаяся от существующих использованием превентивных мер, быстрым реагированием на возникающие причины отклонения параметров производственных процессов, эффективным поиском их устранения, а также возможностью тиражирования принятых и апробированных типовых решений.

3. Алгоритм анализа и корректировки состояния производственного процесса, отличающийся наличием системных критериев, входящих в состав оценки пяти компонент качества.

Основные результаты, выносимые на защиту:

1. Механизм внедрения бережливого производства на основе пяти компонент качества: обеспечение организационного взаимодействия, анализ источника причин отклонения параметров производственных процессов, стандартизация, ТОиР, организация цепей поставок.

2. Классификация причин отклонения параметров производственных процессов с помощью матрицы анализа проблемных зон на качественном уровне, позволяющей выделить типы проблем и сократить время решения однотипных проблем на разных участках.

3. Алгоритм анализа и корректировки состояния производственного процесса через системные критерии качества, основанные на трех элементах пирамиды

качества и через процессные критерии качества, основанные на пяти компонентах качества.

Теоретическая значимость диссертации состоит в создании теоретической модели в виде пирамиды качества, которая показывает основные направления внедрения БП с выделением конкретных этапов, компонент и инструментов; способов мониторинга внедрения БП с помощью оценочных показателей, в том числе компьютерных технологий.

Практическая ценность диссертационной работы заключается в предложенном механизме и разработанных методических рекомендациях по внедрению модели бережливого производства.

Обоснованность и достоверность результатов исследования подтверждается согласованностью полученных выводов и рекомендаций по внедрению модели бережливого производства с положительными результатами внедрения в практическую деятельность предприятий.

Апробация результатов исследования. Основные выводы и положения диссертации доложены и получили положительную оценку на IV международной научно-практической конференции «Роль технического регулирования и стандартизации в эпоху цифровой экономики» (Екатеринбург, 2022), международной научно-практической конференции «Кадровый потенциал инновационного развития» (Москва, 2020), «Будущее машиностроения России» (Москва, 2019), «Управление научно-техническими проектами» (Москва, 2019), IX международном конгрессе по контроллингу (Тула, 2019), XX всероссийском симпозиуме «Стратегическое планирование и развитие предприятий (Москва, 2019). Основные положения и результаты диссертации использованы в учебном процессе на кафедре промышленной логистики МГТУ им. Н.Э. Баумана, и реализованы в производственных процессах ПАО «Криогенмаш» и АО «Удел», что подтверждается соответствующими актами о внедрении.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 20 работ, объемом 5,1 п.л., (авторский вклад 4,0 п.л.) из них 5 статей общим объемом 1,24 п.л. (авторский вклад 1 п.л.) в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России по специальности **2.5.22.**

Структура работы. Диссертационная работа изложена на 142 страницах, состоит из введения, четырех глав, основных выводов, списка литературы и приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении изложены актуальность диссертационной работы, цель и задачи исследования, описаны научная новизна, теоретическая значимость и практическая ценность, показаны основные научные результаты, выносимые на защиту, а также сведения об апробации и публикациях полученных результатов.

В Главе 1 рассмотрена проблематика организационно-производственной среды МП, проведен анализ подходов к системам управления качеством. Преимущества и недостатки систем управления качеством представлены в Таблице 1.

Анализ и систематизация существующих подходов к созданию систем управления качеством ПП позволяет выявить общие положительные свойства, необходимые для долгосрочной поддержки качества и сокращения затрат в ПП. Объединяющим такие положительные свойства является подход на основе БП.

В Главе 2 рассмотрены основные проблемы, предпосылки и препятствия для внедрения БП на МП.

Основные проблемы отечественных МП, ведущие к потерям качества

1. Проблемы обеспечения организационного взаимодействия. 2. Неполное обучение стандартам и несоблюдение стандартов производства. 3. Проблемы ТООР; 4. Сложности при переходе на новую продукцию. 5. Игнорирование проблем на производстве. 6. Отсутствие системы подачи предложений. 7. Нехватка программ подготовки руководителей. 8. Работа с большими партиями импортного сырья, требующими больших затрат. 9. Сложности при поиске причин несоответствия процессов, сырья и материала.

Предпосылки для внедрения БП: указание руководства предприятия, рекомендации партнера– клиента, рекомендации государственных структур, БП внедряется как система повышения качества ПП, продукции и сокращение издержек.

Препятствия для внедрения БП на МП. 1. Некорректное планирование производства, несогласованность между участками; 2. БП как временный проект; 3. Несоблюдение этапов внедрения БП; 4. Ожидание быстрого экономического эффекта; 5. Преобладание директивных способов управления.

В Главе 3 разработан функционал и связи на МП для внедрения БП. Представлена пирамида качества, рисунок 1. Построена матрица анализа проблемных зон на качественном уровне. Вершины основания пирамиды представляют собой: 1- стратегический план управления качеством - включает в себя перечень стратегических мероприятий, направленных на повышение качества ПП. 2- стандартизация - играет роль начальной точки для оценки отклонений в ПП. 3- организация взаимодействия - служит для улучшения способов работы и решения возникающих проблем.

Вершиной самой пирамиды является совокупность фактических показателей качества, которые достигаются под влиянием компонент качества, оцениваемых каждый своим набором процессных критериев. Принципы БП через совершенствование и развитие берут начало в стандартизации. В работе выведены 5 компонент качества, которые имеют наибольший вес при внедрении БП. Две компоненты качества 1 – обеспечение организационного взаимодействия и 2 – стандартизация – повторяют вершины пирамиды качества. Компонента 3- анализ источника проблем - учитывает непостоянство процессов. Компонента 4- ТООР является внутренним показателем работоспособности производственной системы. Компонента 5- организации цепей поставок является внешним показателем того, что извне может повлиять на работоспособность производственной системы.

На основе компонент качества сформулированы 5 проблемных зон, таблица 2.

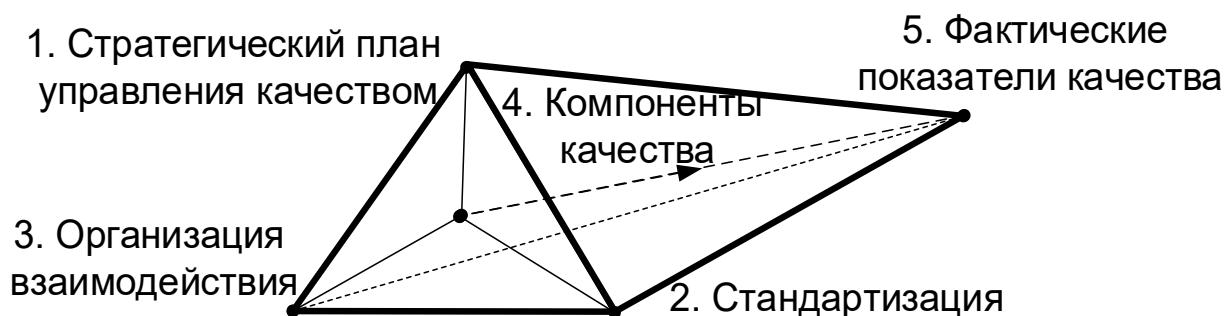


Рисунок 1 – Пирамида качества

○ Таблица 1 – Подходы к созданию систем управления качеством ПП (фрагментарно)

Подход	Преимущества	Недостатки	Область применения
Производственная система Тойоты	1. Система «Точно вовремя» сокращает запасы. 2. Быстрая реакция на изменение спроса и появление брака. 4. Улучшения через цикл PDCA.	Долговременное поэтапное внедрение системы на производстве.	Применима на производственных предприятиях.
Всеобщий менеджмент на основе качества, TQM	1. Стремление удовлетворить интересы компании посредством удовлетворений интересов потребителя. 2. Цель на оптимизацию результатов в отношении потребителей и заинтересованных групп. 3. Обеспечение качества, основанного на стандартах.	TQM описывает общий подход к производству, что означает обобщенность способов достижения цели качества.	Крупные предприятия, стремящиеся к сбалансированному учету интересов потребителя и акционеров.
БП - Lean production	1. Сжатая система ПСТ. Преимущества те же.	Недостатки как у ПСТ.	Все предприятия.
Система менеджмента качества, ISO 9000	1. Постоянное улучшение качества посредством использования цикла PDCA.	Формальное внедрение стандартов ISO 9000.	Предприятия, планирующие вывод продукции на мировой рынок.
Система «Шесть Сигм»	1. Направлена на снижение затрат. 2. Позволяет выявлять потери в ПП.	Улучшениями занимаются выделенные сотрудники.	Предприятия, копирующие данный известный подход.
Сбалансированная система показателей	1. Комплексный подход к измерению характеристик деятельности. 2. Адаптация к любой организации.	Мониторинг только результативных критериев.	Предприятия, способные доработать методику ССП.
Теория ограничений	1. Позволяет управлять предприятием как системой. 2. Выявляет слабые места, позволяет развивать производство.	Не учитывает потенциал человеческих ресурсов и систему вытягивания.	Может использоваться как система начального уровня.
КАНАРСПИ	1. Повышает надежность продукции. 2. Сокращает сроки проектирования.	Система затрагивает ранние стадии проектирования.	Система качества на предприятиях.

Каждая проблемная зона включает в себя типы проблем. В таблице 3 представлена матрица анализа проблемных зон на качественном уровне при внедрении БП.

Для i -го процесса множество типов проблем равно:

$$P_i = \left\{ \bigcup_{j=1}^{k_{вз}} P_{вз_{i,j}}, \bigcup_{j=1}^{k_{поиск}} P_{поиск_{i,j}}, \bigcup_{j=1}^{k_{станд}} P_{станд_{i,j}}, \bigcup_{j=1}^{k_{обсл}} P_{обсл_{i,j}}, \bigcup_{j=1}^{k_{пост}} P_{пост_{i,j}} \right\}, \quad (1)$$

где $j = \overline{1, k_{мин}}$ количество типов проблем.

Таблица 2 – Компоненты качества и проблемные зоны

Компоненты качества	Обозначение проблемных зон
Обеспечение организационного взаимодействия	Проблемная зона обеспечения организационного взаимодействия $\Pi_{\text{вз}}$
Анализ источника проблем	Проблемная зона анализа источника проблем $\Pi_{\text{поиск}}$
Стандартизация	Проблемная зона при стандартизации $\Pi_{\text{станд}}$
ТОиР	Проблемная зона ТОиР $\Pi_{\text{обслуж}}$
Организация цепей поставок	Проблемная зона при организации цепей поставок $\Pi_{\text{пост}}$

Объединение множеств проблем при стандартизации в условном процессе №1 и №2 равно:

$$\Pi_{\text{станд}1,2} = \bigcup_{j_1=1}^{k_{\text{станд}1}} \Pi_{\text{станд}j_1} \cup \bigcup_{j_2=1}^{k_{\text{станд}2}} \Pi_{\text{станд}j_2}, \quad (2)$$

где $\Pi_{\text{станд}j_1}$, $\Pi_{\text{станд}j_2}$ – j_1 -й и j_2 -й тип проблем при стандартизации в процессе №1 и №2;

$j_1 = \overline{1, k_{\text{станд}1}}$; $j_2 = \overline{1, k_{\text{станд}2}}$; $k_{\text{станд}1}$, $k_{\text{станд}2}$ – количество проблем при стандартизации процессов №1, №2 соответственно.

Множество типов проблем в процессе №1 и множество типов проблем в процессе №2 имеют как одинаковые типы, так и разные типы проблем.

При пересечении множеств одинаковые элементы, а в данном случае, одинаковые типы проблем $\Pi_{\text{станд}j_{1,2}}$, сохраняются в полученном при пересечении множестве как один элемент, т.е. как один тип проблем обоих процессов.

Полученное множество проблем в процессах 1 и 2 становится меньше на количество общих для двух множеств элементов $k_{\text{станд}1,2}$.

В результате корректирующих действий количество проблемных зон при стандартизации j -го типа в i -м процессе, $\Pi_{\text{станд}j,i} = 0$, тогда время, затраченное на каждый тип проблем по процессам, представлено матрицей:

$$T_{\Pi_{\text{вз}}} = \left(\sum_{j=1}^k T_{\Pi_{\text{вз}j}} \Pi_{\text{вз}j,1} \quad \sum_{j=1}^k T_{\Pi_{\text{станд}j}} \Pi_{\text{станд}j,i} - T_{\Pi_{\text{станд}j}} \Pi_{\text{станд}j,i} \quad \sum_{j=1}^k T_{\Pi_{\text{станд}j}} \Pi_{\text{станд}j,III} \quad \sum_{j=1}^k T_{\Pi_{\text{станд}j}} \Pi_{\text{станд}j,IV} \right) \quad (3)$$

Разница во времени протекания процесса до и после корректирующих действий:

$$\Delta T_{\Pi_{\text{станд}}} = \begin{pmatrix} 0 & T_{\Pi_{\text{станд}j}} \Pi_{\text{станд}j,i} & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad (4)$$

где $T_{\Pi_{\text{станд}j}} \Pi_{\text{станд}j,i}$ – время, на которое сократился i -й процесс после решения проблем j -го типа при стандартизации, с.

Таким образом, результатом работы с причинами появления проблем является поддающееся расчету сокращение времени протекания ПП.

Таблица 3 – Матрица анализа проблемных зон на качественном уровне при внедрении БП

Типы проблемных зон	Типы проблемных зон				
	Обеспечение организационного взаимодействия	Поиск первопричины	Стандартизация	ТОиР	Организация цепей поставок
Обеспечение организационного взаимодействия	—	$P_{в/н}$	$P_{в/с}$	$P_{в/о}$	$P_{в/пост}$
	—	Недостаточный учет мнений всех участников процесса	Нарушение каналов передачи информации при обучении стандартам	Несвоевременное информирование о неполадках	Не сообщение поставщику о несоответствии продукции
Поиск первопричины проблемы	$P_{н/к}$	—	$P_{н/с}$	$P_{н/о}$	$P_{н/пост}$
	Неверно определена причина отсутствия обратной связи	—	Стандартные процессы не учитывают скрытые риски брака	Не ведется анализ зависимости поломок от марки запчастей	Нет анализа причин несоответствия давальческого сырья
Стандартизация	$P_{с/к}$	$P_{с/н}$	—	$P_{с/о}$	$P_{с/пост}$
	Нет стандарта обучения при вводе нового оборудования	Не структурирован подход к поиску первопричины	—	Не полностью стандартизирован процесс ТОиР	Нет стандартов отбора поставщиков
ТОиР	$P_{о/к}$	$P_{о/н}$	$P_{о/с}$	—	$P_{о/пост}$
	Проблема при эксплуатации средств коммуникации	Узел, вышедший из строя, не входил в перечень вероятных причин поломок	Неполное использование данных ТОиР при стандартизации	—	Некачественное обслуживание оборудования затрудняет определение качества поставляемой продукции
Организация цепей поставок	$P_{пост/к}$	$P_{пост/н}$	$P_{пост/с}$	$P_{пост/о}$	—
	Не полностью налажено взаимодействие с поставщиками	Отсутствие информации от поставщиков при поиске причины несоответствия продукции	Несоответствие поставляемого сырья приводит к невозможности выполнения стандартов качества	Несвоевременное сообщение о проблеме качества узлов и комплектующих оборудования	—

Используя матрицу анализа проводится корректировка состояния ПП, предварительно проводится анализ трех элементов пирамиды качества: 1-стратегический план управления качеством, P_{1_1} , 2-стандартизация, P_{2_1} , 3-организационное взаимодействие, P_{3_1} , рисунок 2.

Интегральный показатель 1-го элемента пирамиды качества, определяемый в момент времени t представлен как:

$$P_{1_t} = \sum_{k_l=1}^4 \alpha_{p_l} p_{l_{t_k}}, \quad (5)$$

где $k_l = \overline{1, 4}$, – количество критериев 1-го элемента пирамиды качества;

α_{p_l} – весовой коэффициент;

$p_{l_{t_1}}$ – критерий качества трудовых ресурсов, б/р;

$p_{l_{t_2}}$ – критерий качества оборудования, б/р;

$p_{l_{t_3}}$ – критерий качества ПП, б/р;

$p_{l_{t_4}}$ – критерий качества материала и сырья, б/р.

По аналогии аддитивной сверткой критериев рассчитываются 2 и 3 элементы пирамиды качества P_{2_t} , P_{3_t} . Текущий показатель качества ПП обозначен Q_t , формула (6).

$$Q_t = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^5 Q_{t_{ij}}, \quad (6)$$

где $Q_{t_{ij}}$ – показатель качества i -го процесса по j -му типу на момент времени t ;

$i = \overline{1, l}$, l – количество производственных процессов;

t – момент времени проверки качества;

j – тип проблем, $j = \overline{1, 5}$, определяемый по пяти компонентам качества;

$m = \overline{1, M}$ – количество критериев оценки показателя

качества, $q_{l_{ijm}}$ – показатель качества, $\alpha_{q_{ij}}$ – весовой коэффициент показателя качества.

Изменение показателя качества относительно предыдущего измерения:

$$\Delta Q_t = Q_t - Q_{t-1} \quad (7)$$

Таким образом, если сумма критериев 1-го элемента пирамиды качества P_{1_t} – отличается от нуля, значит план, как минимум, работает по одному из критериев. Устанавливается текущее состояние через стандартизацию процессов. Стандартизация играет роль точки отсчета для оценки отклонений в ПП и поиска способов улучшения. Для объективной и целостной оценки и решения проблем (отклонений), а также для более актуальных способов улучшения ПП продуктивной является организационное взаимодействие участников данного ПП.

Для построения структуры механизма внедрения БП включаются 5 компонент качества, влияющих на фактические показатели качества, рисунок 3. В состав компонент качества входят процессные критерии, предложенные автором.

Структура механизма внедрения БП, состоит из групп субъектов и элементов, представленных на рисунке 3. Группы элементов взаимодействуют между собой через установленные каналы связи.

Завершением цикла работы механизма является удовлетворение потребностей потребителя, как внутреннего, так и внешнего.

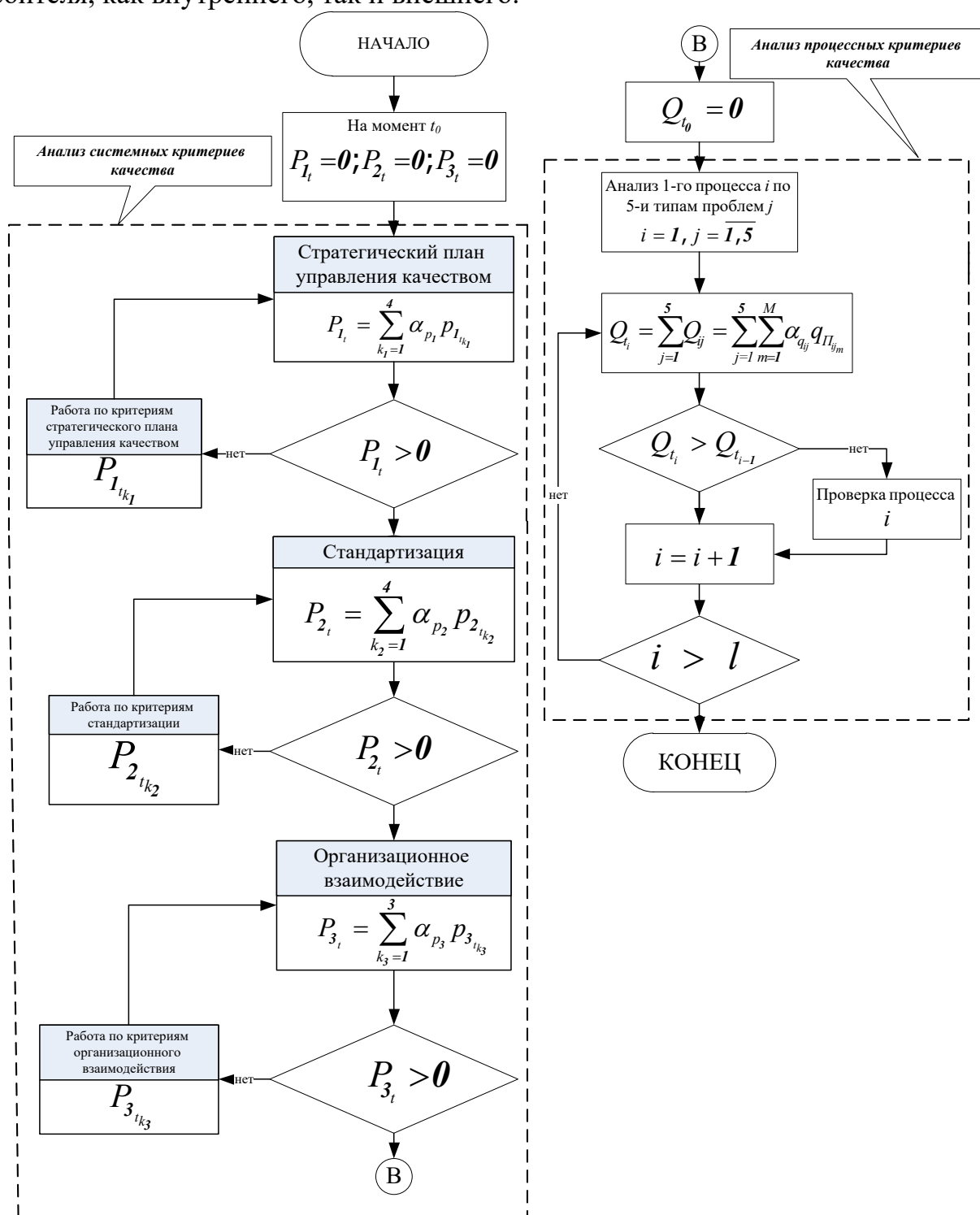


Рисунок 2 – Алгоритм анализа перехода на БП и корректировки состояния ПП

На основании обратной связи от потребителей по трем критериям: качество, сроки, себестоимость через совершенствование работы механизма цикл повторяется.

В данной структуре компоненты качества соответствуют пяти типам проблем. У каждой компоненты есть несколько составляющих, которые подвергаются оценке при мониторинге внедрения БП. Совокупная оценка всех составляющих компонент является оценкой данной компоненты, которая выражается через интегральные показатели, представленные в Приложении 1 диссертационной работы.

В Главе 4 «Разработка системы оценки потерь и методических рекомендаций при внедрении БП» представлена декомпозиция компонент механизма внедрения БП, представлена формализация показателей оценки результатов внедрения БП по направлениям безопасности и качества, разработаны методические рекомендации в части необходимых требований и условий для работы механизма внедрения БП; представлена апробация на МП ПАО «Криогенмаш», АО «Удел», рассчитан экономический эффект. Разработан расчет потерь в ПП, вызванных 7 видами потерь, включая потери при утилизации отходов. При этом, в отличие от известных семи видов потерь, потери от хранения включены в потери от перепроизводства. Сумма всех видов потерь на момент времени t определяется выражением:

$$R_t = \sum_{r=1}^7 R_{rt}, \quad (8)$$

где R_{rt} потери r -го вида за период времени t , $r = \overline{1, 7}$, руб.

Формулы расчета видов потерь, включая потери при утилизации отходов, представлены в диссертационной работе.

Применение механизма внедрения БП на ПАО «Криогенмаш» на первом этапе потребовало простого и оперативного критерия оценки эффективности работы проекта в целом. В качестве основного критерия был выбран коэффициент общей эффективности оборудования (ОЭО).

$$ОЭО = \frac{A_{факт}}{A_{план}} \frac{P_{факт}}{P_{план}} \frac{Q_{факт}}{Q_{план}}, \quad (9)$$

где $A_{факт}$, $A_{план}$ – фактический и плановый показатели доступности оборудования соответственно, ч;

$P_{факт}$, $P_{план}$ – фактический и плановый показатели производительности оборудования соответственно, ед. продукции/ч;

$Q_{факт}$, $Q_{план}$ – фактический и плановый показатели качества, доля годной продукции, соответственно, %.

Показатели ОЭО до внедрения БП и в ходе внедрения БП спустя 1 месяц и спустя 6 месяцев приведен в таблице 4. Апробация механизма внедрения БП показала рост показателя общей эффективности оборудования (ОЭО) на ряде станков эталонного участка №1 с 22 % до 42 %, что увеличивает общую производительность на 3-4%.

Экономические показатели. Критерий экономической эффективности рассчитывается как отношение экономического эффекта к затратам на его реализацию.

Средний валовый выпуск за месяц одного станка составляет 30 млн руб.

Таблица 4 – Динамика показателей ОЭО

Участок	Период		
	До БП	1 месяц	6 месяцев
Этал.уч.№1	22 %	36 %	42 %
Этал.уч.№2	26 %	37 %	40 %
Этал.уч.№3	36 %	40 %	41 %

Прибыль 11% или 3,3 млн руб. Количество станков на эталонном участке – 12 шт. Прогнозируемый доход – 39,6 млн руб. Увеличение производительности на 3% дополнительно приносит 1,18 млн руб в месяц или 14,16 млн в год. Затраты на реализацию улучшений составили 220 тыс. рублей – зарплата рабочей группы. Дополнительные расходы на обслуживание станков при увеличении производительности – 108 000.руб. Экономический эффект составил 14 160 000 р. – 220 000 р. – 108 000 р.=13 932 000р. Критерий экономической эффективности за первый год (Э): $\text{Э} = 14\,160\,000 \text{ р.} / (220\,000 \text{ р.} + 108\,000 \text{ р.}) = 43,17$

В качестве экспериментального показателя реализации механизма внедрения БП на АО «Удел» были выявлены задержки выполнения процесса сборки в результате проблем обеспечения организационного взаимодействия при организации цепей поставок, организации цепей поставок при стандартизации, поиске первопричины проблемы при ТОиР. Подход через поиск однотипных проблем и их решений в разных частях производственного процесса показал сокращение времени при оптимизации процессов. На рисунке 4 показано в часах сокращение времени процесса сборки при выявленных проблемах. Данные замеров показали положительную динамику в пилотном периоде с февраля 2023 по май 2023 года. Затраты на исправление несоответствий продукции сократились на 20%, затраты на хранение сырья и материалов сократились на 3%.

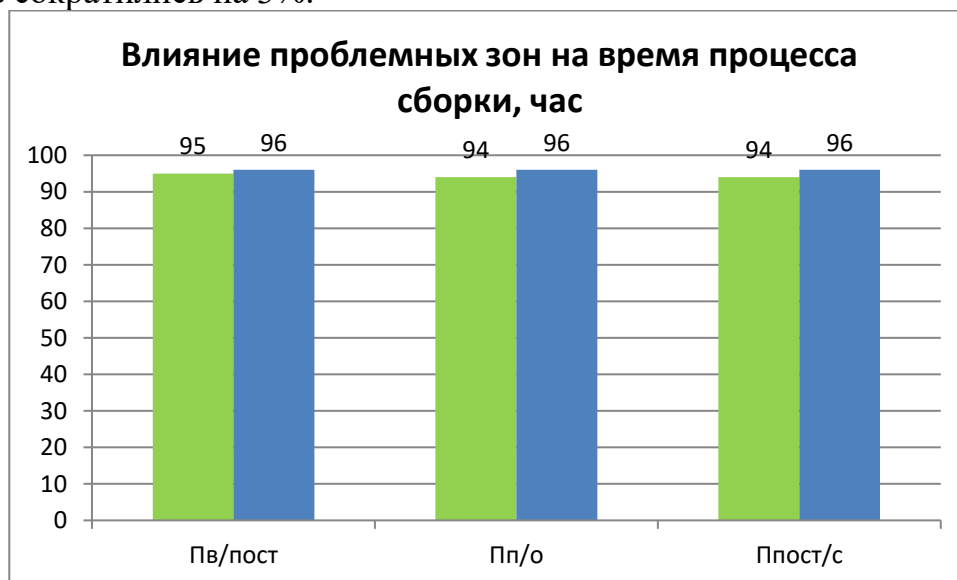


Рисунок 4 – Влияние проблемных зон на время процесса сборки, час

Экономические показатели. Среднее время цикла сварки и сборки изделия составляет 3 дня или 36 часов.(3 смены по 12 часов)

Прибыль от продажи одного изделия составляет 130 000р.

Количество производимых изделий в год составляет 115 штук. Увеличение производства на 3% составляет условные 3,45 изделия, прибыль – 448 500р.

Затраты на реализацию составили 190 000 р. – зарплата рабочей группы.
 Экономический эффект составил 448 500 р. – 190 000 р.=258 500р.
 Критерий экономической эффективности за первый год (Э):
 $\text{Э} = 448\,500 \text{ р.} / 190\,000 \text{ р.} = 2,36$

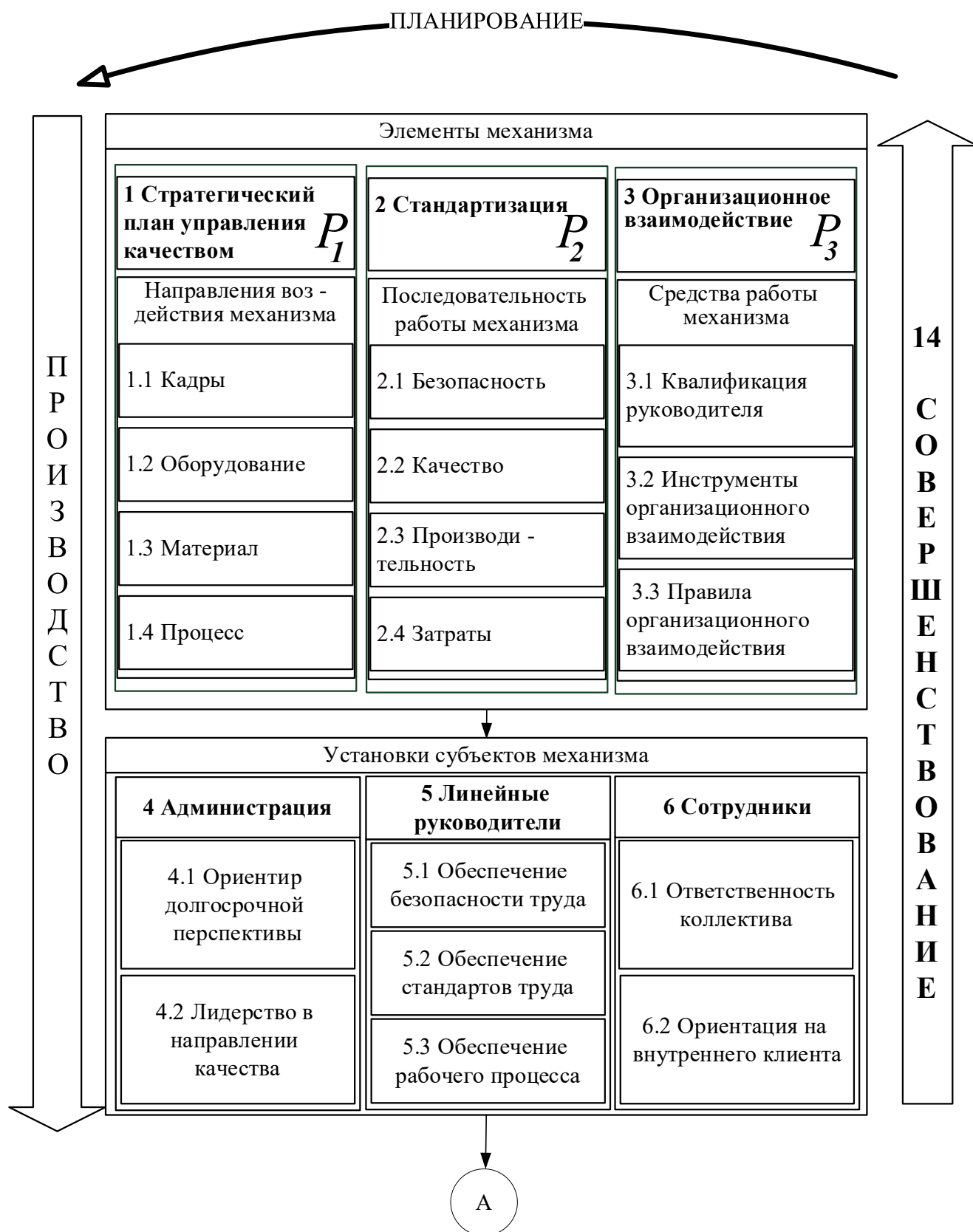


Рисунок 3 – Структура механизма внедрения БП на МП

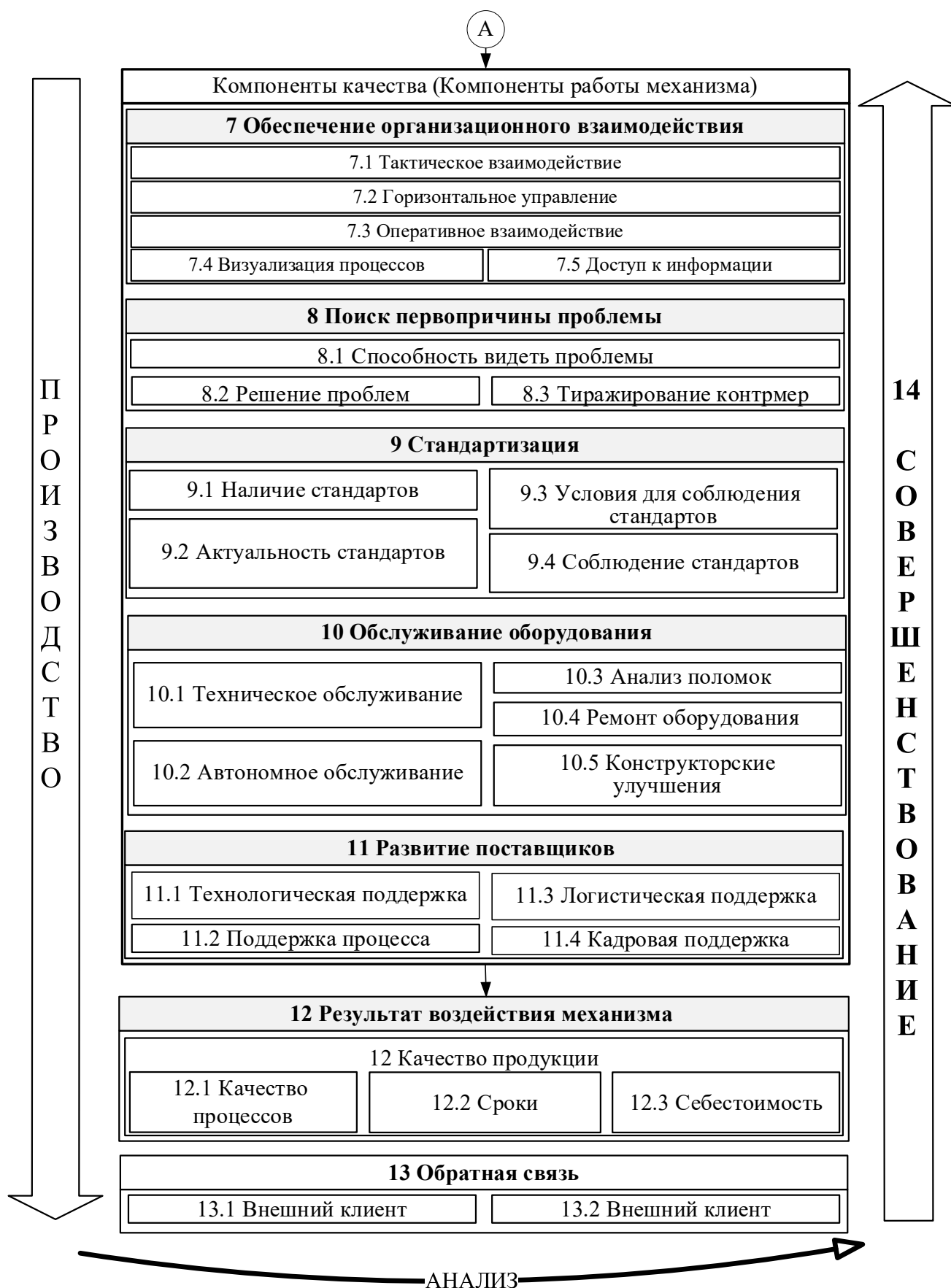


Рисунок 3 – Окончание

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Результаты теоретических и экспериментальных исследований эффективности мероприятий по внедрению модели бережливого производства, опыт практического использования разработанного методического и информационного обеспечения позволяют сделать следующие основные выводы.

1. Проведенные теоретические исследования показали, что для эффективного перехода машиностроительных предприятий к модели бережливого производства целесообразно учитывать пять компонент качества:

- обеспечение организационного взаимодействия;
- анализ источника причин отклонения параметров производственных процессов;
- стандартизация процессов;
- соблюдение алгоритмов принятой стратегии технического обслуживания и ремонта;
- организация цепей поставок.

2. Для реализации модели требуется:

- формализация сущности механизма внедрения модели бережливого производства на машиностроительных предприятиях;
- классификация причин отклонения параметров производственных процессов, возникающих при переходе к модели бережливого производства;
- разработка алгоритма анализа и корректировки состояния производственного процесса.

3. Сокращение проблемных зон, влияющих на отклонение параметров производственных процессов, зависит от совокупного влияния трех элементов пирамиды качества: стратегического плана управления качеством, стандартизации и организационного взаимодействия. Определение типа причин и отклонения параметров производственных процессов, возникающих при переходе к модели бережливого производства, предложено осуществлять на основе разработанной классификации, представленной в виде матрицы анализа проблемных зон. Такой подход позволяет определить, прежде всего, тип возникающих проблем, что упрощает их поиск, находить пути их разрешения, а также тиражировать решения однотипных проблем на других участках производственного процесса.

4. Для своевременного и точного анализа производственного процесса с последующей его корректировкой может быть использован разработанный алгоритм, учитывающий системные и процессные критерии качества, которые способны отражать причины отклонений в производственных процессах.

5. Внедрение модели бережливого производства осуществлялось на основе разработанных методических рекомендаций и предложенного механизма, структура которого включает в себя элементы, необходимые для обеспечения устойчивости процесса внедрения: стратегический план управления качеством, стандартизация, организация взаимодействия. При выборе критериев состояния производственного процесса предложенный механизм обеспечивает необходимую гибкость, что позволяет рекомендовать его использование в разных отраслях машиностроения.

6. Проведенная апробация на машиностроительных предприятиях ПАО «Криогенмаш» и АО «Удел» показала положительный эффект от использования элементов механизма внедрения модели бережливого производства. В частности,

достигнуто увеличение прогнозируемой производительности пилотных участков на 3– 4% при сокращении затрат на хранение сырья и материалов в среднем на 3%.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ
Научные статьи в рецензируемых журналах,
рекомендованных ВАК при Минобрнауки России

1. Лазарев С. В., Комарова С. Г. Организационные риски при внедрении методики наставничества на производстве // Стандарты и качество. 2025. № 10. С. 108-109. (0,12 п.л./0,10 п.л.).

2. Лазарев С. В. Способ анализа проблем в бережливом производстве // Стандарты и качество. 2023. № 8 (1034). С. 112-113. (0,10 п.л.)

3. Лазарев С.В. Взаимосвязь проблем в производственных процессах // Контроль качества продукции. 2023. №5. С. 62 – 63. (0,10 п.л.)

4. Лазарев С. В. Инструмент построения матрицы проблемных зон при внедрении бережливого производства на предприятии // Инновации в менеджменте. 2023. № 1(35). С. 32-39. (0,3 п.л.)

5. Лазарев С.В. Разработка механизма внедрения концепции бережливого производства на промышленном предприятии // Креативная экономика. 2022. Т. 16. № 4. С. 1303– 1328. (0,56 п.л.).

6. Комарова С.Г., Лазарев С.В. Принцип поиска первопричины проблемы // Менеджмент в России и за рубежом. 2019. №2. С. 85–93. (0,35 п.л./0,2 п.л.).

7. Омельченко И.Н., Комарова С.Г., Лазарев С.В. Формирование системы менеджмента качества производства //Компетентность. 2018. №7. С. 36–43. (0,32п.л./0,2 п.л.).

8. Омельченко И.Н., Комарова С.Г., Лазарев С.В. Формирование цепочки качества производственных процессов на основе производственной системы «Тойота»//Менеджмент в России и за рубежом. 2015. №5. С.76–84. (0,28 п.л./0,2 п.л.)

9. Лазарев С.В. Расчет потерь в производственном процессе при построении карты потока создания ценности // Вестник машиностроения. 2014. №. 12. С. 75–80. (0,24 п.л.).

10. Омельченко И.Н., Комарова С.Г., Лазарев С.В. Система показателей оценки эффективности промышленного предприятия при внедрении бережливого производства//Менеджмент в России и за рубежом. 2014. №6. С.71–85. (0,49 п.л./0,32 п.л.).

11. Лазарев С.В., Омельченко И.Н., Комарова С.Г., Невмятулина Х.А. Управление качеством производства на основе системы Тойота//Менеджмент в России и за рубежом. 2014. №2. С. 92–99. (0,28 п.л./0,21 п.л.).

12. Омельченко И.Н., Лазарев С.В. Модель системы управления качеством производства на основе принципов производственной системы Тойота и учения Деминга // Вестник машиностроения. 2013. №. 9. С. 79–84. (0,20 п.л./0,15 п.л.).

ПУБЛИКАЦИИ в сборниках трудов международных и всероссийских конференций

1. Лазарев С.В. Цифровые инструменты при внедрении бережливого производства // Роль технического регулирования и стандартизации в эпоху цифровой экономики: Матер. IV межд. науч.-практ. конф. молодых ученых. (Екатеринбург, 20 окт. 2022 г.) / УРФУ, Екатеринбург: Изд. дом "Ажур", 2022. С. 31-37. (0,26 п.л.).

2. Лазарев С.В., Комарова С.Г., Омельченко И.Н. Управление кадрами при внедрении бережливого производства // Кадровый потенциал иннов-го разв-я: Мат-ы Межд. научно-практ. конф. (Москва, 5 июня 2020 г.) / МГТУ им. Н.Э. Баумана, М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. С. 99–104. (0,23 п.л./0,14 п.л.).

3. Лазарев С.В. Основы механизма внедрения концепции бережливого производства // Управление научно-техническими проектами: Материалы Четвертой Межд. науч.-техн. конф. (Москва, 3 апр. 2020 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, МГТУ им. Н.Э. Баумана, М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. С. 138–143. (0,18 п.л.).

4. Лазарев С.В., Омельченко И.Н. Проблемы внедрения бережливого производства на российских предприятиях // Будущее машиностроения России: Сб. докл. XXII Всерос. конф. молодых ученых и специалистов (с междунар. участием). (Москва, 24-27 сен. 2019 г.) / Союз машиностроителей России, МГТУ им. Н.Э. Баумана, М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. С. 989–992. (0,13 п.л./0,11 п.л.).

5. Лазарев С.В., Омельченко И.Н. Поддержание стандартизированной работы на промышленных предприятиях // Будущее машиностроения России: Сб. докл. XXII Всерос. конф. молодых ученых и специалистов (с междунар. участием). (Москва, 24-27 сен. 2019 г.) / Союз машиностроителей России, МГТУ им. Н.Э. Баумана, М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. С. 992–995. (0,15 п.л./0,11 п.л.).

6. Лазарев С.В., Омельченко И.Н., Комарова С.Г. Принцип поиска первопричины проблемы // Контроллинг в экономике, организации производства и управлении: шансы и риски цифровой экономики: Сб. науч. тр. IX межд. конгр. по контроллингу. (Тула, 17 мая 2019 г.) / НП "Объединение контроллеров", М.: Изд-во НП «Объединение контроллеров», 2019. С. 136–144. (0,3 п.л./0,24 п.л.).

7. Омельченко И.Н., Комарова С.Г., Лазарев С.В. Построение системы качества производственных процессов на основе бережливого производства // Стратегическое планирование и развитие предприятий: Материалы XX Всерос. симпозиума. (Москва, 9-10 апр. 2019 г.) / ЦЭМИ РАН, М.: ЦЭМИ РАН, 2019. С. 221–225. (0,17 п.л./0,11 п.л.).

8. Лазарев С.В., Комарова С.Г., Омельченко И.Н. Поиск первопричин проблем производственного процесса // Упр-е науч.-техн. проектами: Материалы Третьей Межд. науч.-техн. конф. (Москва, 5 апр. 2019 г.) / МГТУ им. Н.Э. Баумана (Науч.-уч. компл. "Информатика и системы управления" МГТУ им. Н.Э. Баумана), М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. С. 242–252. (0,36 п.л./0,30 п.л.).