МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)

К защите допустить «____»_____2018г.

Доцент, и.о.зав. кафедрой «САиУК»

_____О.Б.Гольцова

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

ТЕМА: «Разработка рекомендаций по улучшению процесса технического контроля в цехе №3 предприятия АО Ижевский мотозавод «Аксион-холдинг»

Студент гр. Б10-481-1з

_____ Аршукова А.Н.
подпись, дата Ф.И.О.

Руководитель
Старший руководитель «САиУК» _____ Данилова А.А.
подпись, дата Ф.И.О.

Ижевск .2018

Содержание

Введение.....3
Глава 1. Теоретические основы процесса технического контроля на производственном предприятии.....6
1.1. Сущность и понятие качества и процесса технического контроля.....6
1.2. Характеристика современных методов технического контроля качества продукции.....16
1.3. Пути совершенствования процесса технического контроля.....23
Глава 2. Анализ текущей системы процесса технического контроля в цехе предприятия АО Имз "Аксион-холдинг.....35
2.1. Организационно-экономическая характеристика предприятия.....35
2.2 Анализ качества продукции предприятия.....40
2.3 Анализ текущей системы контроля в цехе предприятия АО Имз "Аксион-холдинг.....53
Глава 3. Рекомендации по разработке оптимальной системы процесса технического контроля в цехе предприятия АО Имз "Аксион-холдинг.....63
3.1. Основные проблемы в области процесса технического контроля в цехе предприятия АО Имз "Аксион-холдинг и пути их решения.....63
3.2. Мероприятия по улучшению процесса технического контроля в цехе предприятия АО Имз "Аксион-холдинг.....69
3.3. Оценка экономической эффективности предложенных мероприятий.....82
Заключение.....89
Используемая литература.....92
Приложения.....100

Введение

Актуальность.

Рост конкурентоспособности промышленных предприятий на рынке происходит на основе управления качеством, обеспечивающей последовательную эволюцию и способность постоянно и динамично улучшать качество продукции и услуг, с помощью которых функционирует предприятие.

В современном мире предприятиям необходима научно-методическая помощь в создании подходов обеспечения качества, способов его контроля, а также экономической оценки эффективности проводимых мероприятий. Недостаточность научной проработки этих проблем определяет актуальность и значимость их исследования.

Сегодняшний высококонкурентный мировой рынок и достижения в области информационных технологий создали больший потребительский спрос на качество, чем когда-либо прежде. Например, Интернет сделал качество продуктов и услуг компании «прозрачным» для клиентов. В результате новые предложения, которые не воспринимаются как имеющие высокое качество, все чаще терпят неудачи или быстрому превращаются в никому не нужный товар. Более того, сейчас потребители рассматривают качество как фундаментальную меру их общего восприятия продукта или услуги, а также сети компании, доставки и обслуживания, которая обеспечивает и поддерживает ее - своего рода унифицированную метрику качества и стоимости.

Непрерывные инновации в области продуктов и услуг, которые необходимы для удовлетворения таких повышенных ожиданий клиентов, должны основываться на культуре систематических управленческих инноваций, которые, в свою очередь, требуют систематического лидерства. стремление к общему качеству порождает такое лидерство по целому ряду направлений. Это требует харизматичных лидеров, распределенных по всем уровням организации, которые несут ответственность за балансирование,

интеграцию и определение приоритетов действий. Таким образом, организация строит так называемый «управляющий капитал» - общекорпоративную дисциплину, чтобы распознавать, разрабатывать, развертывать и измерять мощность и эффективность общих ресурсов компании для ускорения её роста.

Решение задач контроля, управления и повышения качества продукции усложняется, с одной стороны, вследствие того, что за последние двадцать лет большинство российских предприятий промышленного сектора не проводило практически никаких мероприятий, направленных на улучшение качества процесса производства, связанных с внедрением нового оборудования и технологий; с другой стороны, за указанный период времени был накоплен значительный опыт в сфере разработки и внедрения систем менеджмента качества, позволяющий предприятию совершить качественный сдвиг при использовании относительно незначительных ресурсов.

Актуальность темы выпускной квалификацинной работы обусловлена тем, что на данном этапе развития отечественной экономики все большее и большее значение в сознании потребителей приобретает качество продукции. Именно поэтому управление качеством - одни из самых главных направлений деятельности маркетинга каждого предприятия. Особую значимость это направление приобретает сейчас, когда к товару со стороны потребителя предъявляются повышенные требования по качеству, и от эффективности работы предприятия с производимым товаром зависят все экономические показатели организации и занимаемая ей рыночная доля.

Цель выпускной квалификацинной работы – разработать рекомендации по улучшению процесса технического контроля в цехе предприятия АО Имз "Аксион-холдинг

Реализация поставленной цели потребовала решения ряда задач, среди которых можно выделить следующие:

изучение теоретических аспектов управления качеством продукции

проведение анализа управления качеством продукции на примере АО Имз "Аксион-холдинг

разработка мероприятий, направленных на повышение результативности управления качеством продукции АО Имз "Аксион-холдинг

обобщение результатов исследования, проведенного в работе и формулирование выводов.

разобрать вопросы, связанные с нормативно-правовым регулированием профессиональной деятельности.

Объектом исследования является предприятие АО Имз "Аксион-холдинг, а предметом исследования – инструменты и методы обеспечения качества продукции на протяжении всего жизненного цикла продукции.

Теоретической и методической базой исследования стали нормативно-правовые акты, справочная и методическая литература, информация периодической печати, интернет-сайтов, а также иные источники, относящиеся к исследуемым вопросам.

В качестве теоретической базы дипломной работы были использованы работы ряда отечественных и зарубежных авторов.

Глава 1. Теоретические основы процесса технического контроля на производственном предприятии

1.1. Сущность и понятие качества и процесса технического контроля

Понятие «качество» имеет много разных определений, от обычных до более специфических. Часто в качестве определения качества можно услышать следующие словосочетания: хорошо сделанный продукт, хорошо выстроено и прослужит долго. Все определения сводятся к тому, что качество это образ совершенства, чего-то первоклассного, лучшего. Однако менеджеры, конкурирующие на международном рынке все больше уделяют внимание философскому определению слова «качество»: Удовлетворение потребностей клиентов. Для того чтобы понять, как современные менеджеры пришли к данному определению термина «качество», обратимся к истории и посмотрим, как менялось управление качеством начиная с первых дней производства. [1]

В первые дни производства вся работа по качеству заключалась в конечной проверке готового изделия: подошло – не подошло. По мере того, как производство расширялось появились и первые рабочие места для «контролеров качества». В эпоху научного управления Тейлора (в начале 1900-х гг.) функция планирования и функция производства была разделена. Это был первый случай, когда для повышения эффективности производства использовались различные методы управления. Это означало, что руководители работы или процесса были избавлены от контроля конечных продуктов в производственных процессах. Вместо них за эту обязанность отвечали квалифицированные и независимые контролеры качества. Это было время, когда контроль качества стал отдельной дисциплиной и профессией.

Основным недостатком проверки качества было то, что оно не обеспечило улучшения так как не было никаких обратных связей в самом

процессе производства. Всегда были конфликты интересов между отделом производства и отделом качества.

Эти изменения в управлении привели к созданию отдельного инспекционного отдела, во главе с «главным инспектором», подчиняющегося либо ответственному за производство, либо управляющему. С помощью создания этого нового отдела решались вопросы о новых услугах и другие вопросы, например, стандартов, обучения, регистрации данных и точности измерительного оборудования. [2]

статистическое управление качеством

Постепенно управление качеством развивалось и в 1920-е годы статистическая теория стала эффективно применяться к контролю качества, а в 1924 году Шухарт сделал первый эскиз современной контрольной карты. Его работа была позже продолжена Демингом и ранняя работа Шухарта, Деминга, Доджа и Ромига составляют большую часть того, что сегодня включает в себя теорию статистического управления процессами (Statistical process control (SPC)). Однако, их наработки практически не использовали в производственных компаниях, вплоть до конца 1940-х годов.

После начала поточного производства начался и, так называемый, период статистического контроля качества. Технологии, методы работы, профессия «инспектора качества» и распространение серийного производства заложили основу для применения статистического контроля качества. В ходе производственного процесса делались различные измерения изделия, и при таком виде внутрипроизводственного контроля можно было бы гарантировать, что характеристики продуктов будут соответствовать требованиям. Контролируя случайную выборку, взятую из партии (т.е. Производственного процесса) удавалось собирать достаточно информации на основе нескольких изделий, тем самым можно было определить тенденцию всей произведенной партии продуктов (если в выборке наблюдался брак, то и у остальных изделий скорее всего присутствовал брак). [3]

Общий контроль качества

В начале 1950-х годов практика управления качеством быстро развивалась в Японии и стала главной темой в японской философии управления, к 1960 году контроль и управление качеством стали предметом национальной озабоченности. К концу 1960-х гг. импорт Японии в США и Европу значительно увеличился из-за более дешевого, но при этом более высокого качества продуктов по сравнению с западными аналогами.

В 1969 году состоялась первая международная конференция по контролю качества, спонсорами которой выступили Япония, Америка и Европа, прошла в Токио. В статье Фейгенбаума термин «общее качество» (total quality) был впервые упомянут в более широких вопросах, таких как планирование, организация и ответственность руководства. Исикава дал документ, объясняющий, что «всеобщее управление качеством» в Японии было другим, и означало «контроль качества в масштабах компании» и описывало, что все Сотрудники, от высшего руководства до работников, должны учиться и участвовать в контроле качества. Общеорганизационное управление качеством было распространено в японских компаниях к концу 1970-х.

Обеспечение качества стало отдельной функцией в большинстве европейских стран и организации подошли к эпохе систем управления качеством. Теперь все отделы организации, участвующие в удовлетворении потребностей и требований клиентов, принимают участие в создании и функционировании систем управления качеством. Основная цель состоит в том, чтобы система управления качеством и достигла оптимального режима работы.

1960-е и 70-е годы - фундаментальные годы для управления качеством; стало дешевле управлять качеством в целом (в системе), чем контролировать качество отдельных продуктов.

В конце 1970-х годов под качеством подразумевается степень удовлетворенности потребителя. Основная концепция на начало 1980-х годов заключалась в том, что конкурентоспособность означала более высокое

качество продуктов (услуг) при его меньшей стоимости, а целью компании является непрерывное совершенствование её процессов. Такой подход к качеству приводит к Всеобщему управлению качеством (TQM). [4]

Всеобщее управление качеством (TQM)

Качественная революция на Западе была медленной, и она не начиналась до ранних 1980-х г., когда компании начали вводить свои собственные программы по управлению качеством для конкурирования с японцами, которые к тому моменту были на «вершине». В публикации Министерства торговли и промышленности в 1982 году было указано, что доля мировой торговли в Британии снижалась, и это оказало драматическое влияние на уровень жизни в стране. Была интенсивная глобальная конкуренция и экономические показатели, и репутация в области качества формировались из репутации и деятельности отдельных компаний и производимых ими продуктов / услуг. В 1979 году был опубликован Британский стандарт (BS) 5750 для систем качества. Цель публикации данного стандарта заключалась в том, чтобы привлечь внимание промышленности к важности качества для конкурентоспособности и выживания на мировом рынке.

С тех пор Международная организация по стандартизации (ИСО), а также стандарты серии ISO 9000 стали международно признанными стандартами для систем менеджмента качества. Данная серия включает ряд стандартов, которые определяют требования к документации, а также созданию и поддержанию системы управления качеством. TQM теперь является частью гораздо более широкой концепции, которая адресована на общеорганизационный метод непрерывного повышения качества всех организационных процессов. Существуют различные научноисследовательские данные, демонстрирующие преимущества данного подхода. В данный момент TQM развивается во многих странах, помогая организациям добиваться отличных результатов, особенно в сфере обслуживания клиентов и бизнеса. [5]

Как уже упоминалось выше, управление качеством начиналось с индивидуального контроля конкретного изделия, впоследствии с развитием различных инструментов контроля качества стали применять статистический контроль, диаграммы разброса, диаграммы Ишикавы… На данный момент предприятия успешно применяют TQM и другие современные системы управления качеством.

Любая организация выиграет от создания эффективной системы управления качеством (СМК). Краеугольным камнем при создании данной системы является концепция клиента и поставщика (клиентоориентированное мышление менеджеров организации) в которой они должны «Работать вместе» для получения взаимной выгоды.

СМК может быть определена как:

«Набор согласованных действий, направленных на управление и контроль организацией, для постоянного повышения эффективности и результативности её работы. "

Все эти действия в совокупности образуют систему, и рассмотрение, изучение какого-либо отдельного воздействия не приведет к пониманию функционирования системы.

Основной смысл СМК заключается в определении процессов, которые приведут к производству качественных продуктов и услуг, а не обнаружение дефектных продуктов или услуг после их непосредственного производства.

Полностью задокументированная СМК гарантирует выполнение двух важных требований:

Требования клиентов - уверенность в способности организации предоставлять желаемый продукт и услуги, соответствующие их потребностям и ожиданиям.

Требования организации – как внутренние, так и внешние, а также оптимальные затраты и эффективное использование имеющихся ресурсов: материалы, человеческие ресурсы, технологические и информационные ресурсы. [6]

СМК позволяет организации достигать целей и задач, изложенных в ее политике и стратегии.

Системы управления качеством необходимы во всех сферах деятельности, будь то крупный или малый бизнес, производство, услуги или государственный сектор. Хорошая СМК будет:

Устанавливать направление и удовлетворять потребности клиентов;

Улучшать управления процессами организации;

Сокращать потери;

Снижать затраты;

Увеличивать занимаюмую организацией, долю рынка;

Содействовать обучению сотрудников;

Привлекать новых сотрудников;

Повышать моральный дух;

Существует несколько способов создания системы управления качеством, одной из самых широко распространенных систем является ISO 9000, но существуют и другие, менее известные. Общей чертой этих систем является то, что они дают только основные ориентиры, для создания и управления такими системами.

ISO 9000

ИСО является Международной организацией по стандартизации, глобальной федерацией национальных стандартизирующих организаций, и служит связующим звеном между стандартами различных национальных организаций. В её состав входят 160 национальных институтов по стандартизации со всего мира, а портфель ИСО состоит из более чем 17 800 стандартов и связанных с ними документов.

ИСО разрабатывает добровольные технические стандарты, которые повышают ценность всех видов бизнеса-операций. Она вносит свой вклад в распространение технологий и надлежащей деловой практики. ИСО поддерживает разработку, производство и поставку более эффективных, безопасных и чистых продуктов и услуг. Она упрощает и делает более

справедливой торговлю между странам. Организации имеющие сертификат соответствия ИСО могут конкурировать на международном рынке с другими сертифицированными по таким же стандартам организациями. стандарты международные, но требования ко всем компаниям одинаковые.

Семейство международных стандартов (приведенных в таблице 1) и руководящих принципов управления качеством ISO 9000 заработало всемирную репутацию, как основа для создания эффективной и действенной системы управления качеством. [7]

Таблица 1 - Перечень действующих версий стандартов ISO

стандарт	Название	Версия
ISO 9000:2015	Системы менеджмента качества – Основные положения и словарь	Пятая
ISO 9001:2015	Системы менеджмента качества - требования	Пятая
ISO 9004:2009	Системы менеджмента качества – рекомендации по улучшению деятельности	Третья
ISO 19011:2011	Руководящие указания по аудиту систем менеджмента	Вторая

стандарт ISO 9000 содержит основы и терминологию, используемую во всем семействе стандартов ИСО 9000. Он создает основу для понимания основных элементов качества, как описано в стандартах ИСО. ISO 9000

вводит так называемые восемь принципов менеджмента, а также использование процессного подхода для постоянного улучшения.

ISO 9001 используется тогда, когда организация хочет создать систему управления качеством, которая обеспечивала бы уверенность в её способности предоставлять продукты, которые отвечают требованиям потребностям и ожиданиям заказчика.

Для получения сертификата соответствия системы управления качеством данному стандарту организация должна быть сертифицирована внешним органом (органом по сертификации).

стандарт ISO 9001 признает, что термин «продукт» применяется к услугам, обрабатываемым материалам, оборудованию и программному обеспечению, предназначенному для клиента. В стандарте есть пять разделов, которые определяют действия, которые необходимо соблюсти при внедрении системы управления качеством:

Общие требования к системе менеджмента качества и документации

Ответственность руководства, политика, планирование и цели

Управление ресурсами и их распределение Реализация продукта и управление процессами

Измерение, мониторинг, анализ и улучшение.

Требования в четырех данных разделах применимы ко всем организациям – система менеджмента качества (СМК), ответственность руководства, управление ресурсами, а также измерение, анализ и улучшение.

Раздел реализации продукта может быть адаптирован для удовлетворения потребностей организации. Руководство по качеству или другая документация покажут, насколько организация соответствует требованиям ISO 9001.

В целом, пять разделов стандарта ISO 9001 определяют, что организация должна делать, чтобы последовательно предоставлять продукт, соответствующий требованиям клиента, а также нормативным и

законодательным требованиям. Кроме того, организация будет стремиться повысить удовлетворенность клиентов путем постоянного

совершенствования своей системы управления качеством. [8]

ISO 9004 используется для расширения преимуществ, получаемых от ISO 9001, всем сторонам, которые заинтересованы или затронуты деятельностью организации. Заинтересованные стороны включают сотрудников, владельцев, поставщиков, партнеров и общество в целом.

ISO 9001 и ISO 9004 являются совместимыми и могут использоваться по отдельности или в комбинации для удовлетворения или превышения ожиданий клиентов и заинтересованных сторон. Оба стандарта применяют процессный подход. Процессы, состоят из одной или нескольких связанных между собой операций, требующих ресурсов и, которые нуждаются в управлении для достижения заранее определенных целей. Выход одного процесса может является входом к следующему процессу, а конечный продукт часто является результатом сети или системы процессов.

ИСО 9004 дает рекомендации по более широкому кругу задач системы менеджмента качества, чем ISO 9001, особенно в управлении для долгосрочного успеха организации. ИСО 9004 рекомендуется в качестве руководства для организаций, высшее руководство которых желает расширить преимущества ИСО 9001 в стремлении к систематическому и постоянному повышению общей эффективности функционирования

организации. Однако он не предназначен для сертификации. [9]

ISO 19011 охватывает область аудита систем менеджмента качества и систем экологического менеджмента. В нем содержатся указания по программам аудита, проведению внутренних или внешних аудитов и информации о компетенции аудитора. ISO 19011 содержит информацию о том, как должна работать программа аудита и как должны проводиться аудиты системы управления качеством. Эффективные аудиты гарантируют, что внедренная СМК отвечает требованиям ISO 9001. [10]

Организация и проведение технического контроля качества — одни из составных элементов системы управления качеством на стадиях производства и реализации продукции.

Технический контроль — это проверка соответствия продукции или процесса, от которого зависит качество продукции, установленным стандартам или техническим требованиям. В машиностроении (в том числе и в радиоэлектронном приборостроении) он представляет собой совокупность контрольных операций, выполняемых на всех стадиях производства: от контроля качества поступающих на предприятие материалов, полуфабрикатов, комплектующих приборов и изделий до выпуска готовой продукции.

Технический контроль является неотъемлемой частью производственного процесса. Он выполняется различными службами предприятия в зависимости от объекта контроля. Так, контроль за правильным использованием стандартов, технических условий, руководящих материалов и другой нормативно-технической документации в процессе подготовки производства осуществляет служба нормоконтроля. Качество технической документации контролируется непосредственными исполнителями и руководителями всех уровней в отделах главного конструктора, главного технолога, главного металлурга и других служб предприятия.

Но контроль качества готовой продукции и полуфабрикатов своего производства осуществляет отдел технического контроля (ОТК), хотя ответственность за качество не снимается с исполнителей и руководителей производственных подразделений (цехов и участков).Основной задачей технического контроля на предприятии является своевременное получение полной и достоверной информации о качестве продукции, состоянии оборудования и технологического процесса с целью предупреждения неполадок и отклонений, которые могут привести к нарушениям требований стандартов и технических условий.Технический контроль призван

обеспечивать требуемую настроенность процесса производства и поддерживать его стабильность, то есть устойчивую повторяемость каждой операции

1.2. Характеристика современных методов технического контроля качества продукции

Нарушение требований, предъявленных к качеству изготовляемой продукции, приводит к увеличению издержек производства и потребления. Поэтому своевременное предупреждение возможного нарушения требований к качеству является обязательной предпосылкой обеспечения заданного уровня качества продукции при минимальных затратах на ее производство. Эта задача решается на предприятиях с помощью технического контроля.

Техническим контролем называется проверка соблюдения технических требований, предъявляемых к качеству продукции на всех стадиях ее изготовления, а также производственных условий и факторов, обеспечивающих требуемое качество.

Объектами технического контроля являются материалы и полуфабрикаты, поступающие на предприятие со стороны, продукция предприятия как в готовом виде, так и на всех стадиях ее производства, технологические процессы, орудия труда, технологическая дисциплина и общая культура производства. Технический контроль призван обеспечивать выпуск продукции, соответствующей требованиям конструкторско-технологической документации, способствовать изготовлению продукции с наименьшими затратами времени и средств, предоставлять исходные данные и материалы, которые могут быть использованы в целях разработки мероприятий по повышению качества продукции и сокращению издержек.

По этапам производственного процесса различают следующие виды контроля:

входной контроль, осуществляемый перед началом обработки с целью предупреждения дефектов и брака, обусловленного недобракачественностью поступающих материалов, полуфабрикатов и своевременного изъятия дефектных заготовок и изделий из производства;

операционный контроль, проводимый в процессе обработки изделий с целью проверки качества выполнения операций, своевременного выявления и изъятия брака, устранения дефектов. Возможен после каждой операции либо после группы операций в зависимости от требуемого качества изделий и характера технологического процесса. Этот контроль осуществляет исполнитель операции (рабочий, бригадир, испытатель) контролер, мастер ОТК (БЦК). В некоторых случаях операционный контроль может выполнять представитель заказчика;

приемочный контроль, выполняемый по окончании процесса изготовления изделий, деталей, сборочных единиц с целью определения соответствия качества требованиям, установленным в нормативно-технической документации. Контролируются также упаковка, комплектность и др. Этому контролю подвергается вся продукция, законченная обработкой в данном цехе перед поступлением ее в следующий цех или непосредственно на склад. Приемочный контроль предупреждает отправку недоброкачественной продукции потребителю. Он выполняется контролером, мастером ОТК, а в некоторых случаях – представителем заказчика. В зависимости от вида продукции при этом контроле возможно проведение соответствующих испытаний.

По полноте охвата изготовленной продукции контролем выделяют:

сплошной контроль – проверка каждого изделия в изготовленной партии. Обычно такой контроль бывает необходим при разнородности исходных материалов и заготовок и при неустойчивости технологического процесса. Сплошной контроль часто осуществляется после операций, имеющих решающее значение для качества готовых изделий, однородность

которых в производстве недостаточно обеспечена, при проверке наиболее дорогих изделий;

выборочный контроль, при котором контролируется лишь часть изготовленных изделий. Применяется при больших количествах одинаковых изделий и при устойчивом технологическом процессе. Выборочный контроль существенно снижает трудоемкость контроля при устойчивом технологическом процессе, при неустойчивом же процессе выборочный контроль будет приводить к выводу о необходимой сплошной сортировке засоренной браком партии продукции.

По степени связи с объектами контроля во времени различают:

летучий контроль, выполняемый непосредственно на месте изготовления, ремонта, хранения продукции в случайные неопределенные моменты времени (внезапно) с целью своевременного выявления нарушения технических требований и дефектов продукции, а также предупреждения подобных нарушений. Его осуществляют только выборочно для малосистемных изделий и процессов;

непрерывный контроль для проверки технологических процессов в случаях их нестабильности и необходимости постоянного обеспечения определенных количественных характеристик. Осуществляется, как правило, автоматическими и полуавтоматическими средствами контроля;

периодический контроль, применяемый для проверки качества изделий и технологических процессов при установившемся производстве и стабильных технологических процессах.

По используемым средствам контроля различают:

измерительный контроль, применяемый для оценки значений контрольных параметров изделия: по точному значению (используются инструменты и приборы шкальные, стрелочные и т.п.) и по допустимому диапазону значений параметра (применяются шаблоны, калибры и т.п.);

регистрационный контроль, осуществляемый для оценки объекта контроля на основании результатов подсчета (регистрация определенных качественных признаков, событий, изделий);

контроль по контрольному образцу – сравнение признаков контролируемого изделия с признаками контролируемого образца. Применяют при оценке контролируемых характеристик и параметров изделия, когда их измерение невозможно или экономически нецелесообразно;

органолептический контроль, осуществляемый посредством только органов чувств без определения численных значений контролируемого объекта;

визуальный контроль – вариант органолептического, осуществляется только органами зрения (глазной контроль).

Особый вид контроля – контроль инспекционный, который представляет собой повторную проверку продукции, уже принятой ОТК, или проверку соблюдения правил выполнения контроля. Такой контроль выполняется специальной комиссией, он может быть осуществлен в каждом цехе по распоряжению начальника ОТК завода. Инспекционный контроль дисциплинирует персонал, побуждает его внимательно относиться к своим обязанностям. Совокупность видов, средств контроля, методов выполнения контрольных операций и исполнителей, взаимодействующих с объектом контроля, составляет систему контроля.

В системе управления качеством продукции статистические методы контроля являются наиболее прогрессивными. Они основаны на применении методов математической статистики к систематическому контролю за качеством продукции и состоянием технологического процесса с целью поддержания его устойчивости и обеспечения заданного уровня качества изготовляемой продукции. статистические методы контроля производства и качества продукции имеют ряд преимуществ перед другими методами:

являются профилактическими;

позволяют во многих случаях обосновано перейти к выборочному контролю и тем самым снизить трудоемкость контрольной работы;

создают условия для наглядного изображения динамики качества продукции и настроенности процесса, что позволяет своевременно принимать меры к предупреждению брака не только контролером и работником ОТК, но и персоналом цеха – рабочими, бригадирами, наладчиками, технологами.

статистические методы управления качеством (ГОсТ 23853-79) включают:

выборочный статистический приемочный контроль качества готовой продукции;

статистический анализ точности технологических процессов;

текущий контроль с целью регулирования и поддержания процесса в состоянии, обеспечивающем заданные качественные параметры.

статистический приемочный контроль – это выборочный контроль качества продукции, при котором для обоснования плана контроля используются методы математической статистики. План контроля – это совокупность правил, по которым производится выборка из партий изготовленных изделий или деталей и на основании их качества делается заключение о качестве всей партии продукции. Методы статистического приемочного контроля применяются для входного контроля материалов, сырья и комплектующих изделий, при операционном контроле, при контроле готовой продукции.

Часто сплошной контроль или разбраковка всех изделий невозможны в силу неэкономичности проверки больших партий продукции или неизбежного разрушения изделий при контроле (например, испытание электрических лампочек на долговечность).

Сущность приемочного статистического контроля заключается в отборе и проверке выборки из предъявленной на контроль партии продукции.

На основе оценки качества выбранных экземпляров делается заключение о качестве всей партии продукции.

На практике используются методы однократной, двукратной выборки и последовательного анализа. При методе однократной выборки заключение о качестве продукции делается на основе контроля одной выборки. Он наиболее прост и удобен. Из партии продукции объема N отбирается выборка объемом n случайным образом. Качество каждого экземпляра продукции проверяется с помощью соответствующих технических средств контроля.

Существуют две разновидности однократного статистического контроля: статистический приемочный контроль по количественному признаку и статистический приемочный контроль по альтернативному признаку.

Решение о качестве партии продукции, определяемом при статистическом приемочном контроле по количественному признаку, принимают по следующему правилу: если количество дефектных экземпляров а, обнаруженных в выборке п, меньше или равно приемочному их числу с, данная партия продукции принимается. В случае, если а>с, партия N бракуется.

статистический приемочный контроль по альтернативному признаку применяется в случае, когда приемка партии продукции при наличии дефектных изделий в выборке является недопустимой (с=0) по экономическим или иным соображениям. В этом случае используется правило: если в выборке не обнаружено ни одного дефектного изделия, партия N принимается; при наличии хотя бы одного дефектного изделия партия бракуется.

В зависимости от варианта браковки партия N возвращается поставщику или проводится сплошной контроль всех изделий в партии.

Важнейшими параметрами однократного статистического приемочного контроля являются объем выборки п и приемочное число с. Эти параметры определяются с учетом требований, предъявляемых к качеству

контролируемой продукции, а также риска поставщика и потребителя. Риск поставщика, как и риск потребителя, устанавливается в процентах (0,05% или 0,1%). Риск поставщика – вероятность забраковывания партий продукции, обладающей допустимым уровнем дефектности. И наоборот, риск потребителя – это вероятность приемки партии продукции, обладающей браковочным уровнем дефектности.

Преимущество двукратного контроля партии изделий по сравнению с одноступенчатым заключается в том, что при прочих равных условиях проверке подвергается меньше изделий (на 20–30%).

Последовательный контроль (последовательный анализ) не определяет заранее количество изделий, по которым будет сделан вывод о качестве продукции. Отбор образцов производится небольшими группами последовательно вплоть до получения убедительных результатов, по которым принимается решение. Многоступенчатый контроль и последовательный анализ требуют высокой квалификации контролера, поэтому, хотя и существуют специальные таблицы контроля, они не нашли достаточного распространения.

статистический приемочный контроль используется в условиях устойчивых технологических процессов в массовом и крупносерийном производстве. По сравнению со сплошным контролем он сокращает количество контролируемых объектов, однако трудоемкость каждой контрольной операции возрастает из-за использования измерительной аппаратуры (а не простых контрольных инструментов в виде скоб и калибров), определяющей значение контролируемого параметра.

В условиях серийного и массового производства должны широко использоваться методы непрерывного контроля за ходом технологического процесса и статистического регулирования его качества. Усложнение оборудования и технологических систем, переход на безлюдную технологию предъявляет особо высокие требования к системе управления качеством технологического процесса. Нормальное функционирование автоматических

линий и гибких переналаживаемых систем требует получения постоянной информации не только о контроле качества продукции на выходе системы, но и о работоспособности технологических систем, включающих оборудование, оснастку, инструмент, заготовку и исполнителя – рабочего, оператора или наладчика, поэтому трудоемкость контрольных операций в автоматическом и гибком автоматизированном производстве достигает 50% и более в общих трудовых затратах, связанных с изготовлением продукции. В связи с этим совершенствование существующих и создание новых систем управления качеством технологических процессов идет путем автоматизации контроля, использования новых средств контроля, в том числе акустических, магнитных, оптических, радиационных и др.

Совершенствование системы управления качеством продукции должно создавать такие экономические и организационные условия, которые стимулировали бы качественный, производительнный труд, инициативу исполнителей. Плохая работа должна непосредственно сказываться на материальном вознаграждении, на служебном положении и на авторитете работника.

1.3. Пути совершенствования процесса технического контроля

Успешное функционирование предприятия заключается в постоянном совершенствовании его деятельности, возможности быстро реагировать на изменение рынка, профессиональном кадровом составе и стремлении руководства к обеспечению качества выпускаемой продукции. Но повышенная конкуренция на таком сегменте рынка как промышленная электроника заставляет искать новые пути достижения конкурентных преимуществ за счет внедрения современных методов управления производством.

На данный момент существует огромное количество различных методов управления, направленных на удовлетворение запросов клиентов

через обеспечение качества продукции и повышении конкурентоспособности предприятия в условиях глобального рынка. В большинстве своем эти методы основаны на методе непрерывного повышения качества всех организационных процессов (англ. Total Quality Management, TQM), изложенном в международных стандартах ИСО, среди которых наибольше приближена к методу TQM редакция стандарта ИСО 9000:2005 [11].

В соответствии с требованиями TQM, предприятия, выполняющие непосредственно производство продукции, должны обеспечивать необходимые требования для поддержания высокого качества производимых товаров, а так же удовлетворения потребностей заказчика. Это вынуждает руководителей предприятий постоянно совершенствовать и оптимизировать производство на всех его этапах, внедрять более эффективные технологии, поддерживать высокий уровень квалификации персонала, контролировать качество выпускаемой продукции.

В современных условиях обеспечение качества продукции, рост результативности процессов производства и как следствие повышение конкурентоспособности можно достичь преимущественно за счет развития инновационных процессов, получающих конечное выражение в новых технологиях, новых видах конкурентоспособной продукции [12]. Постоянное обновление техники и технологий делает инновационный процесс основным условием производства конкурентоспособной продукции, завоевания и сохранения позиций предприятий на рынке и повышения производительности предприятия.

Австрийский экономист Й. Шумпетер является основоположником теории инноваций. Он рассматривал инновацию (техническую) как средство предпринимателя для получения прибыли [13]. В соответствии с международными стандартами инновация определяется как конечный результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового или усовершенствованного продукта, внедренного на рынке, нового

или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности.

Из существующих инноваций, для развития контрактного производства электроники наиболее интересными представляются следующие типы инноваций [14]:

модифицирующие (инкрементальные) инновации — ведут к незначительным улучшениям в областях конечного продукта, процессов, процедур, жизненного цикла. Позволяют добиться немного лучших результатов за счет небольших финансовых и временных ресурсов;

улучшающие (дистинктивные) инновации — обеспечивают значительные преимущества и улучшения, но не базируются на принципиально новых технологиях и подходах;

прорывные инновации — базируются на фундаментально новых технологиях и подходах. Позволяют выполнять ранее недоступные функции или известные функции, но новым способом, резко превосходящим старый;

интегрирующие инновации — используют комбинацию первых трех классов инноваций. Интегрирующие инновации обеспечивают реализацию заключительного этапа инновационного процесса: реализацию «под ключ» пользующихся спросом на рынке наукоемких сложных товаро– и услугообразующих систем за счет оптимальной интеграции уже проверенных практикой научно–технических достижений (знаний, технологий, оборудования и др.).

Современной тенденцией развития общества в целом и производственного процесса в частности, выступает инновационная деятельность, связанная с созданием инноваций и применением их как инструмента обеспечения качества выпускаемой продукции и деятельного развития предприятия.

Развитие любой отрасли сопровождается применением различного рода инноваций, тем более такой высокотехнологичной как производство электроники. На сегодняшний день высокий технический уровень отрасли

достигнут благодаря внедрению инноваций и новых технологий автоматизированного монтажа печатных плат SMT и THT.

Рост требований к электронной аппаратуре неизменно ведет к совершенствованию производственных процессов её изготовления. Производство электроники условно можно разделить на несколько достаточно независимых процессов: производство электронных chip-компонентов, изготовление печатных плат, монтаж компонентов на печатные платы, сборка изделия и инсталляция программного обеспечения.

Из перечисленных процессов наиболее важным в обеспечении качества конечного изделия и технически сложным в реализации, требующим больших капитальных затрат является монтаж компонентов на печатные платы. Именно этот процесс обеспечивает необходимые конечному производственному продукту качественные характеристики, которые в итоге обеспечивают надежность, высокую производительность и функциональность изделия. Поэтому так важно обеспечение качества продукции на данном этапе производства.

стремление соответствовать передовым стандартам и нормам является одной из приоритетных задач любого предприятия. В области электроники одним из основных инструментов в области обеспечения качества электронных изделий являются стандарты международной ассоциации производителей электроники (IPC). В них дана информация по основным этапам производства электроники (рисунок 10), таким как [15]:

проектирование и топология контактных площадок (IPC-2220÷7351);

приемка печатных плат (IPC-A-600);

пайка электронных сборок (J-STD-001);

приемка электронных сборок (IPC-A-610);

монтаж и крепление кабелей, проводов и шлейфов (IPC-A-620); - стандартизация и сертификация оборудования и т.д.

В стандартах IPC скоплен огромный опыт передовых производителей электроники практически по каждому этапу производства электронных

изделий, они востребованы по всему миру и считаются наиболее авторитетными изданиями для производителей электронной промышленности. Соблюдение требований и рекомендаций стандартов IPC при организации и управлении промышленным предприятием по производству электроники позволит обеспечить эффективность производственных процессов и качество выпускаемой продукции.

Одним из основополагающих документов в области поверхностного монтажа является стандарт IPC-9850 (IPC-9850A) «Оценка оборудования для установки компонентов поверхностного монтажа» [16], с помощью которого можно определить наиболее важные параметры оборудования, такие как точность и производительность установки компонентов. Это во многом упрощает выбор технологического оборудования для конкретных условий производства, при соблюдении оптимального соотношения «производительность-качество».

На сегодняшний день рациональная стратегия обновления, модернизации или замены технологического оборудования способна обеспечить конкурентоспособность современного предприятия на продолжительный период. При этом для получения положительных результатов необходим не только профессиональный опыт экспертов, иногда приводящий к ошибочным заключениям, но и применение сложных математических моделей, способных спрогнозировать итоговую оценку принимаемых решений [17].

Основоположником использования математических методов в экономике является французский ученый О. Курно, который первый опубликовал принципы применения математических методов в экономике. Его работа «Исследование о математических принципах теории богатств» послужила началом к развитию самостоятельного математического направления в экономике [18].

Среди отечественных ученых, наиболее значимой фигурой является Л.В.Канторович, чья работа «Математические методы организации и

планирования производства», опубликованная в 1939 г., послужила началом нового серьезного направления в математике – линейного программирования [19].

следующим этапом развития математического моделирования является формирование теории динамического программирования, которая возникла и сформировалась в 1950—1953 гг. Автором этой теории стал математик Р. Беллман [20]. Теория динамического программирования была разработана для решения таких задач как: задача о наиболее эффективном использовании оборудования или задача о наиболее выгодной политике закупок (управление запасами).

На сегодняшний день динамическое программирование решает задачи, которые условно можно разделить на 2 группы [21]:

модификация метода ДП, например с целью обеспечения возможности решения задач, в которых исходные данные являются вероятностными величинами (так появилось стохастическое динамическое программирование, динамическое программирование с нечеткой логикой и др.)

решение каких-либо практических задач, построение сложных экономических моделей;

адаптация данного метода для решения задач различных предметных областей.

Вопросы, связанные с применением динамического программирования в различных областях экономики, разрабатывались и разрабатываются в настоящее время многими отечественными и зарубежными исследователями, математиками и экономистами.

Наиболее распространенными исследованиями в области динамического программирования являются:

капитальное бюджетирование инвестиций (формирование портфеля реальных инвестиций);

формирование оптимального портфеля рисковых финансовых инвестиций;

управление активами и пассивами финансовых организаций;

планирование производственной мощности предприятий;

управление запасами;

оптимизация процессов;

составление оптимальных маршрутов, расписаний и др.

Математическое моделирование является наиболее действенным средством оценки эффективности деятельности предприятия и включает определение показателей и критериев для количественной оценки на основе формализованных процессов производства. Наиболее разработан и широко используется на практике аппарат одноцелевого принятия решений в условиях определенности, который получил название математического программирования.

Математический аппарат одноцелевого принятия решений в условиях неопределенности представляет собой стохастическое программирование (известны законы распределения случайных величин), теории игр и статистических решений (закон распределения случайных величин неизвестен).

стохастическое программирование — подход в математическом программировании, который позволяет учесть неопределённость в оптимизационных моделях, т.е. когда известны законы распределения случайных величин.

Детерминированные задачи оптимизации создаются с применением заданных параметров, в то время как реальные прикладные задачи могут содержать неизвестные параметры. Когда эти параметры известны только в пределах определенных границ, один подход к решению таких проблем называется робастной оптимизацией. В данном случае необходимо найти оптимальное решение, которое удовлетворяло все такие данные.

В моделях стохастического программирования используют варианты распределений вероятностей для данных с целью нахождения некоторого решения, которое является допустимым для всех возможных значений. В общем случае, такие модели применяются для обеспечения необходимо информацией для лиц, принимающих решения.

Технологически развитая компания является сложной замкнутой системой, управление которой требует постоянного контроля и мониторинга функционирования всех производственных процессов предприятия. Осуществление управления такой системой в жестких экономических условиях является важнейшей задачей руководителя организации. Решение этой задачи представляется возможным с применением процессного подхода, когда выход одного производственного процесса одновременно является входом для последующего. Входы и выходы определяют границы процесса, обеспечивают его взаимодействие с другими процессами и создают благоприятные возможности для изменений (добавления ценности) в этом процессе, создают условия для его идентификации [22].

Функционирование процессов осуществляется за счет использования ресурсов, к которым относятся: персонал, оборудование, природные ресурсы, инфраструктура предприятия, производственная среда, информация и т.п.

Применение процессного подхода в условиях сложной технологической системы, такой как промышленное предприятие по производству электроники, позволяет придать единую направленность менеджменту и производству, что в свою очередь ведет к упрощению управления как в целом предприятием, так и отдельными процессами.

В этом случае возникает возможность оптимизации основных технологических процессов производства для повышения эффективности деятельности предприятия. Но задача одновременной оптимизации всех производственных процессов предприятия является достаточно громоздкой и нерациональной, поскольку производственный процесс включает в себя

операции, оптимизация которых не приведет к повышению эффективности деятельности предприятия.

На сегодняшний день существует огромный выбор методов оптимизации, осуществление которых может решить совершенно разные математические задачи. Среди наиболее известных методов оптимизации можно выделить следующие [52]

1. Детерминированные методы

Метод поочередного варьирования переменных. Основной составной частью алгоритма является цикл поиска. В свою очередь, цикл включает в себя (при поиске экстремума функции n переменных) n этапов одномерного поиска, причем на каждом этапе варьируется одна из переменных при неизменных значениях остальных переменных. Результатом выполнения одного этапа является отыскание локального экстремума по варьируемой переменной (на осевом направлении). Результатом выполнения цикла является перемещение изображающей точки из исходного положения в точку, которая, в общем случае, не является искомым экстремумом функции.

Метод Хука-Дживса. Суть этого метода состоит в следующем. После выбора некоторой начальной точки x0, изменяя ее координаты, обследуют окрестность данной точки, в результате чего находят направление, в котором происходит уменьшение минимизируемой функции f(x). В выбранном направлении осуществляют спуск до тех пор, пока значение функции уменьшается. После того как в данном направлении не удается найти точку с меньшим значением функции, уменьшают величину шага спуска. Если последовательные дробления шага не приводят к уменьшению функции, от выбранного направления спуска отказываются и осуществляют новое обследование окрестности и т. д.

Комплекс-метод Бокса. Предназначен для отыскания условного экстремума непрерывной целевой функции в выпуклой допустимой области. Комплекс-метод Бокса содержит на первом этапе организации поиска элемент случайности при выборе направления движения изображающей

точки из исходного состояния. Идея метода заключается в последовательной замене совокупности точек некоторой конфигурации, удаленных от экстремума, на более близкие к нему.

В данной работе рассматривается оптимизация наиболее значимых процессов монтажа печатных плат на предприятии контрактного производства электроники, оптимизация которых позволит существенно повысить результативность и конкурентоспособность предприятия.

стохастические методы

Метод случайного поиска с постоянным радиусом поиска и случайными направлениями. Метод является одношаговым методом оптимизации. Пусть Xr - текущая точка. Тогда основные шаги метода имеют следующее содержание: генерируется некоторое фиксированное количество случайных точек Y1, Y2,..., равномерно распределенных по поверхности гиперсферы радиуса Rr с центром в точке Xr; в каждой из этих точек вычисляются значения минимизируемой функции Ф(X); находится минимальное из вычисленных значений (пусть это будет значение, соответствующее точке Yk); каким-либо из одномерных методов оптимизации (например, методом Паулла) находим минимум функции Ф(X) в направлении (Yk-Xr); соответствующая точка X принимается за следующую текущую точку.

Методы одномерной оптимизации

Метод парабол (Симпсона). Поиск решения осуществляется путём построения последовательных приближений и основан на принципах простой итерации. Метод обладает квадратичной сходимостью. В случае решения задач оптимизации предполагается, что функция f(x) дважды непрерывно дифференцируема. Отыскание минимума функции f(x) производится при помощи отыскания стационарной точки, т.е. точки x*, удовлетворяющей уравнению f’(x)=0, которое решается методом Ньютона.

Методы многомерной оптимизации

Метод Гаусса-Зейделя. Метод предназначен для решения многомерной задачи безусловной оптимизации (точнее говоря, многомерной задачи локальной безусловной оптимизации): найти минимум критерия оптимальности Ф(X) определенного в n-мерном арифметическом пространстве. На каждой итерации метода Гаусса-Зейделя последовательно решается n одномерных задач безусловной оптимизации, имеющих целью отыскание локальных минимумов соответствующих одномерных функций вдоль координатных направлений.

Метод Хука-Дживса. Суть этого метода состоит в следующем. После выбора некоторой начальной точки x0, изменяя ее координаты, обследуют окрестность данной точки, в результате чего находят направление, в котором происходит уменьшение минимизируемой функции f(x). В выбранном направлении осуществляют спуск до тех пор, пока значение функции уменьшается. После того как в данном направлении не удается найти точку с меньшим значением функции, уменьшают величину шага спуска. Если последовательные дробления шага не приводят к уменьшению функции, от выбранного направления спуска отказываются и осуществляют новое обследование окрестности и т. д.

Методы линейного программирования

Симплекс-метод Данцига. Оптимизация происходит путём перебора вершин выпуклого многогранника в многомерном пространстве. Принцип симплексметода состоит в том, что выбирается одна из вершин многогранника, после чего начинается движение по его рёбрам от вершины к вершине в сторону увеличения значения функционала. Когда переход по ребру из текущей вершины в другую вершину с более высоким значением функционала невозможен, считается, что оптимальное значение найдено.

Методы нелинейного программирования

Метод множителей Лагранжа. Если x*=(x1,..., xn) - решение задачи на условный экстремум, то существует хотя бы одна ненулевая система множителей Лагранжа λ*(λ1,...,λm) такая, что точка (x*) является точкой

стационарности функции Лагранжа по переменным xj и λi, рассматриваемым, как независимые переменные. Метод заключается в сведении этих задач к задачам на безусловный экстремум вспомогательной функции — функции Лагранжа.

Метод штрафных функций. Функции Ф(x, a) подбирают такими, чтобы их значения неограниченно возрастали при приближении к границе допустимой области G. Иными словами, приближение к границе “штрафуется” резким увеличением значения функции F (x, a). На границе G построен “барьер”, препятствующий нарушению ограничении в процессе безусловной минимизации F(x,a). Поиск минимума вспомогательной функции F(x,a) необходимо начинать с внутренней точки области G. При этом в процессе оптимизации траектория спуска никогда не выйдет за пределы допустимой области.

Глава 2. Анализ текущей системы процесса технического контроля в цехе предприятия АО Имз "Аксион-холдинг

2.1. Организационно-экономическая характеристика предприятия

АО «Ижевский мотозавод «Аксион-холдинг» - современное многопрофильное стратегическое приборостроительное предприятие оборонно-промышленного комплекса страны, обладающее передовыми технологиями, позволяющими создавать высокотехнологичные изделия, отвечающие требованиям рыночной экономики. Предприятие осуществляет разработку, производство, поставку и дальнейшее обслуживание продукции во взаимодействии с ведущими научно-исследовательскими институтами и конструкторскими бюро страны.

Предприятие находится по адресу: Удмуртская республика, г. Ижевск, ул. М.Горького, 90

История АО «Ижевский мотозавод «Аксион-холдинг» началась с 1933 года с разработки и серийного производства первых отечественных мотоциклов ИЖ-7, ИЖ-8, ИЖ-9 и ИЖ-12.

Во время Великой Отечественной войны на Ижевском мотозаводе № 524 было освоено и произведено 82 тысячи пулеметов «Максим». Предприятие участвовало в изготовлении реактивных снарядов для легендарной «Катюши». На мотозаводе в 1942 году была создана первая в Удмуртиикомсомольско-молодёжная бригада, которой присвоено высокое звание «Фронтовая бригада».

После войны предприятие освоило выпуск охотничьих ружей. Последняя модель ИЖ-49 получила высокую оценку специалистов и была запущена в массовое производство.

Особой страницей в истории предприятия является изготовление опытной партии (1500 штук) знаменитого АК-47 - автомата Калашникова.

В 50-х годах XX столетия предприятие было перепрофилировано на производство наукоёмкой приборной техники. Одним из первых изделий нового профиля стал прибор управления артиллерийским зенитным огнём - ПУАЗО. Серийно выпускалась электронно-моделирующая станция «Электрон», которая использовалась для проведения сложных расчётов при разработке ракетно-космических систем и комплексов. Одновременно на заводе создавались счетно-решающие приборы для самоходных танковых установок «Астра», «Шилка», «Ваза» и осваивался выпуск топографических привязчиков.

АО «Ижевский мотозавод «Аксион-холдинг» - участник реализации важнейших государственных программ.

На заводе изготовляется аппаратура связи и телеметрических измерений для обеспечения полета космических аппаратов. Предприятие - участник реализации таких космических программ, как «Восток», «Венера», «Марс», «Салют», «Мир», «Союз», «Прогресс», «Фобос», «Союз-Аполлон», «Буран - Энергия», МКС и другие. Практически все полигоны, космодромы и пункты наземного наблюдения за космическими объектами оснащаются телеметрической техникой производства «Аксиона».

Предприятие участвует в обеспечении аппаратурой самых мощных атомных подводных лодок стратегического назначения проектов 941 и 667.

Важным этапом с начала 90-х годов стала организация производства наземной аппаратуры управления ракетными комплексами «Тополь».

В 2016 году АО «Ижевский мотозавод «Аксион-холдинг» награждено грамотой Главного штаба ВМФ «За достигнутые успехи в создании телекоммуникационных и автоматизированных систем управления Военно-морского флота, обеспечивших успешное выполнение задач, поставленных Верховным Главнокомандующим Российской Федерации». Предприятию вручена Благодарность Президента РФ Д. Медведева «За большой вклад в создание и производство специальной техники».

Сегодня АО «Ижевский мотозавод «Аксион-холдинг» является одним из крупных предприятий оборонно-промышленного комплекса России и поставляет сложнейшую продукцию практически всем видам и родам войск Вооруженных Сил РФ: системы и агрегаты управления ракетными комплексами различного класса и базирования, высокоточное оружие, аппаратуру специальной связи, радиотехнические системы, комплексные аппаратные машины связи, ЭВМ специального назначения и др. Также на предприятии развивается производство гражданской техники: медицинского и энергосберегающего оборудования, товаров народного потребления, сельскохозяйственной и железнодорожной техники, автокомплектующих и др.

Основные направления деятельности - производство различных видов приборной техники:

аппаратуры систем управления для ракетных комплексов «Тополь-М», ракет-носителей «Протон-М», «Ангара»;

антенных систем и бортовой аппаратуры для космических аппаратов «Союз-сТ», «Ямал» и др.;

автоматизированных комплексов и систем обмена данными;

систем приёма-передачи, хранения и обработки телеметрической информации;

аппаратуры специальной связи и радиотехнических систем;

ЭВМ специального назначения серии «Багет», на базе которых создаются подвижные и стационарные комплексы управления, связи и обработки информации для объектов Военно-морского флота и Сухопутных войск;

печатных плат пятого класса точности и выше;

автоматизированных систем контроля электропараметров печатных плат, кабелей, жгутов, релейно-коммутационныхизделий, а также изделий на базе цифровых интегральных микросхем;

медицинской техники;

узлов и компонентов для автомобильной промышленности;

изделий производственно-технического назначения (микропроцессорных устройств управления лифтами);

товаров народного потребления;

энергосберегающего оборудования.

Предприятие возглавляет генеральный директор, действующий на основе единоначалия и несущий персональную ответственность за все виды деятельности предприятия. Генеральному директору непосредственно подчинены его заместители и главный бухгалтер.

Заместители генерального директора осуществляют оперативное и перспективное руководство отделами и службами по определенным функциям управления.

Распределение функций между основными функциональными блоками АО «ИМЗ «Аксион-холдинг».

Функции генерального директора:

- управление деятельностью предприятия;

- организация совершенствования структуры предприятия;

- формирование и реализация на практике стратегии производственно-технологического и социально-экономического развития;

- обеспечение разработки и проведения единой финансовой, структурной и кадровой политики.

Функции главного бухгалтера:

- сбор информации о хозяйственных процессах и финансовых результатах деятельности предприятия;

- учет издержек производства, составление отчетных калькуляций себестоимости продукции;

- учет и контроль над наличием и движением материальных, трудовых и финансовых ресурсов в соответствии с утвержденными нормами, нормативами и сметами.

Функции первого зам. генерального директора – директора производственного комплекса:

- планирование, организация и контроль производственно-хозяйственной деятельности;

- техническое развитие производства;

- контроль качества выпускаемой продукции;

- материально-техническое снабжение.

Функции зам. генерального директора по финансированию и инвестициям:

- управление финансами предприятия;

- выработка финансовой политики предприятия, разработка и реализация планов стабилизации и обеспечения устойчивого финансового состояния предприятия;

- анализ финансовой деятельности предприятия;

- выработка стратегии технического развития, инвестиционной деятельности;

- разработка инвестиционных проектов и поиск потенциальных инвесторов;

- работа с ценными бумагами.

Функции зам. гендиректора по экономике и планированию:

- методическое руководство разработкой и внедрением производственного и внутрипроизводственного хозрасчета;

- разработка перспективных и текущих планов экономического развития;

- анализ финансово-экономической деятельности предприятия;

- ценообразование;

- оценка эффективности использования производственных фондов и капвложений.

Функции зам. гендиректора по маркетингу, сбыту и коммерции:

- выработка сбытовой политики и управление маркетинговой и сбытовой деятельностью;

- преддоговорная и договорная работа по поставкам продукции и оказанию услуг;

- организация сбыта готовой продукции.

Функции зам. гендиректора по персоналу и общим вопросам:

- организация документооборота;

- анализ результатов финансово-хозяйственной деятельности участников совместной деятельности.

Для эффективной работы таких систем необходима предельно ясная и детальнейшим образом проработанная регламентация функционирования каждого участника процесса управления. сложившаяся в настоящее время на предприятии организационная структура управления отражает стремление руководства АО «ИМЗ «Аксион-холдинг» увязать систему управления предприятия с реалиями современного этапа развития рыночных отношений.

2.2 Анализ качества продукции предприятия

Реализация мероприятий, направленных на улучшение качества продукции и повышение ее конкурентоспособности, непосредственно связана с результативным функционированием системы менеджмента качества (СМК). Анализ и оценка результативности функционирования СМК высшим руководством дает возможность оценить в достаточной мере работу Общества по этим направлениям деятельности. В настоящее время на предприятии функционирует система менеджмента качества, соответствующая требованиям российских и международных стандартов: ИСО 9001:2016, ГОсТ ISO 9001-2011, СРПП ВТ, включая военный стандарт ГОсТ РВ 0015.002-2012, и DIN EN ISO 9001:2011, что подтверждается ежегодными инспекционными аудитами, проводимыми аудиторами российского органа по сертификации «Союзсерт» и европейскими органами

TUV SAAR CERT, SGS-ICS. Один раз в три года органы по сертификации проводят ресертификационный аудит СМК.

Пакет документов, разработанных в рамках СМК, в настоящее время состоит из 171 документа, в том числе: Политика в области качества АО «ИМЗ «Аксион-холдинг», «Руководство по качеству», 41 сТО и 128 методологических и рабочих инструкций.

Все документы СМК, обеспечивающие выпуск изделий спецтехники согласованы с ВП МО РФ. Ежегодно разрабатываются Цели в области качества в каждом подразделении и в целом по Обществу. Достижение Целей в области качества Общества анализируется и рассматривается на заседании ПДКК один раз в год.

Ответственность и полномочия руководителей всех уровней определены в положениях о подразделениях, должностных положениях и должностных инструкциях, ответственность и полномочия персонала – в должностных инструкциях специалистов и служащих и профессиональных инструкциях рабочих.

Анализ и оценка результативности функционирования СМК высшим руководством дает возможность оценить способность предприятия обеспечить выпуск изделий, соответствующих предъявляемым требованиям.

Одним из направлений деятельности, обеспечивающей результативное функционирование СМК, является проведение внешних и внутренних аудитов в подразделениях Общества.

Результаты внутренних аудитов тесно переплетаются с результатами процессов, обеспечивающих жизненный цикл продукции, это:

– анализ требований потребителя, маркетинговые исследования рынка, анализ контракта, обратная связь с потребителями;

– проектирование, разработка и изготовление опытного образца, подготовка производства;

– производство;

– сбыт;

– поддержание изделий в рабочем состоянии в гарантийный и послегарантийный периоды.

Улучшение отдельных процессов системы менеджмента качества влияет на конечный результат деятельности Общества – качество выпускаемой продукции. Поэтому ежегодное формирование банка данных о качестве продукции, анализ дефектов, статистическая обработка данных о качестве выпускаемой продукции, выполнение мероприятий, намеченных в програм- мах обеспечения надежности – это мероприятия и документы, направленные на выполнение требований МС ИСО 9001:2016 по улучшению деятельности АО «ИМЗ «Аксион-холдинг».

Формирование банка данных о качестве продукции ведется с использованием программного продукта «Задача NVI» (задача «Надежность выпускаемых изделий»), что позволяет проследить «историю» изготовления изделия на всех этапах жизненного цикла, включая эксплуатацию: анализ причин отказов (узлов, блоков и самого изделия), возникающих на всех стадиях производства, выработка и реализация мероприятий корректирующего и предупреждающего характера, все это позволяет принять правильные конструкторские и технологические решения. Кроме того, в рамках развития информационных технологий в обеспечении качества продукции Общества внедрено следующее программное обеспечение:

– «КИС Omega Production. Складской учет материалов и ПКИ»;

– «КИС Omega Production модуль ведения стандартных изделий, разрешенных к применению»;

– «КИС Omega Production модуль ведения электронной базы стандартов и ин- струкций СМК»;

– ПП «Технорма/ИнтраДок 3.1»;

– «Входной контроль ПКИ»;

– «Реестр отказов изделий»;

– ПО АРМ «Метролог»;

– «КИС Omega Production. Автоматизированный складской учет в цеховых кладовых»;

– «КИС Omega Production. Автоматизированное формирование технологических процессов».

Руководством предприятия и руководителями всех уровней осуществлялась планомерная работа по реализации Политики в области качества и достижению целей, способствующих ее реализации.

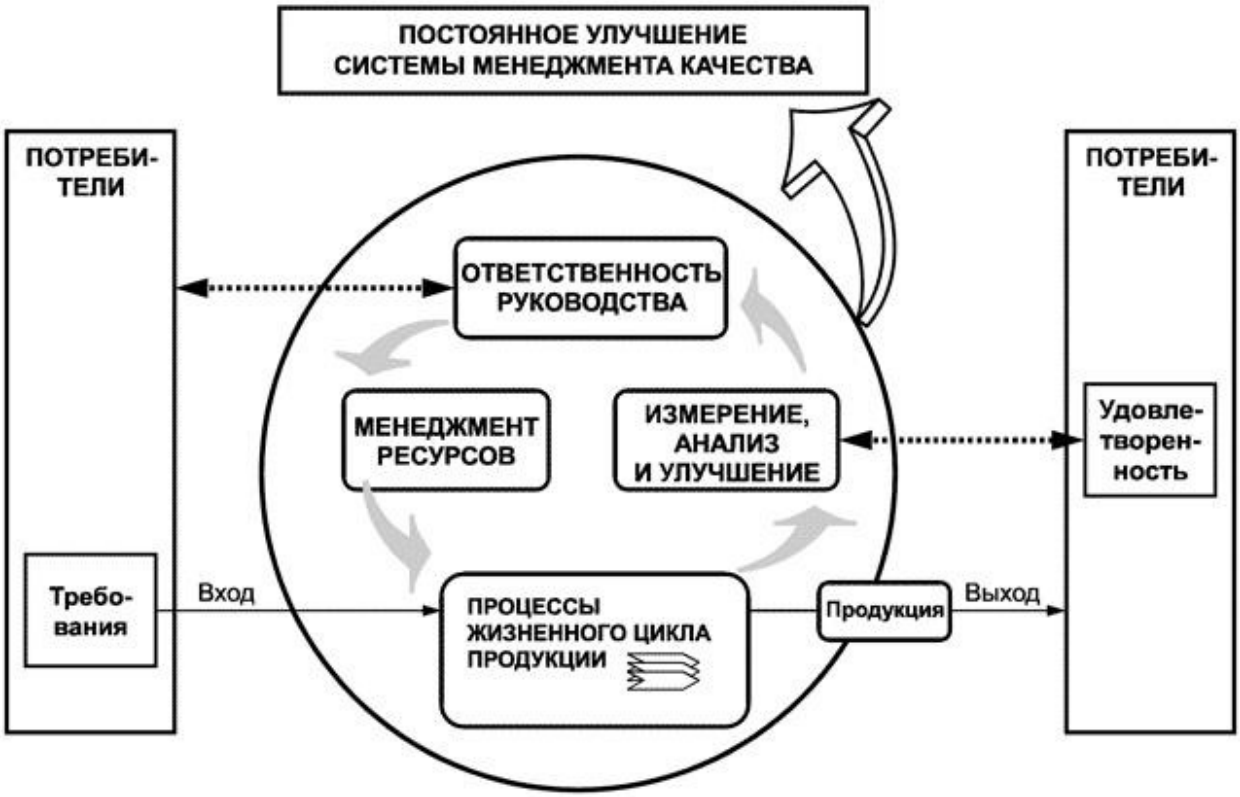


Рисунок 1 - Модель системы менеджмента качества, основанной на процессном подходе

Современные наукоемкие технологии, высококвалифицированные специалисты, высокое качество выпускаемой продукции, надежность партнерских отношений, стремление к лидерству на мировом уровне - основные принципы деятельности предприятия.

Высокая квалификация специалистов и научный потенциал фирмы способствуют созданию наукоемких разработок и технических решений, которые успешно реализовываются на собственном производстве.

На предприятии имеется собственный склад электронных компонентов. Благодаря большой номенклатуре комплектующих, предлагаются услуги по полной, или частичной комплектации производства. Длительные партнерские отношения с крупными мировыми и отечественными поставщиками и производителями электронных компонентов, являются гарантом качества поставляемых элементов и четкого соблюдения сроков поставки.

Склад фирмы соответствует требованиям стандарта IEC61340 по антистатической защите [37], влагочувствительные компоненты хранятся в соответствие с требованиями стандарта IPC/JEDEC J-STD-033.

На складе поддерживается большая номенклатура:

штыревых пассивных компонентов;

SMD компонентов в корпусах от 0402 до 2512;

распространенных транзисторов, диодов, варикапов, стабилитронов, transil

стабилитронов (в том числе для SMD монтажа);

импортных и отечественных соединителей и установочных изделий;

часто используемых активных компонентов, более 1000 позиций;

трансформаторов, дросселей и прочих моточных изделий; - светодиодов и оптоэлектронных приборов.

Располагая собственным высокотехнологичным производством АО «ИМЗ «Аксион-холдинг» выполняет следующие виды работ:

1.Контрактное производство;

Проектирование печатных плат и РЭА. К каждой спецификации договора на проектирование прилагается протокол согласования цены, согласованный с военным представителем министерства обороны (ВП МО) с приложением структуры цены с расшифровкой по статьям затрат;

Изготовление печатных плат. На каждую партию плат выдается сертификат качества;

Монтаж блоков РЭА, печатных плат, жгутов, кабелей. По требованию Заказчика может проводится маркировка каждого изделия клеймом отдела технического контроля (ОТК) и ВП МО, а так же выдаваться сертификат качества каждое изделие или партию в целом.

Технический контроль (регулировка, настройка и программирование)

На выходе производится конечный технический контроль [38], с применением современного измерительного и лабораторного оборудования.

Основные виды услуг в области конечного контроля:

функциональное тестирование изделий,

регулировка радиоэлектронной аппаратуры,

программирование микросхем,

калибровка средств измерения,

испытание на воздействие внешних факторов.

По завершению работ на каждый прибор выдаётся паспорт качества, дающий гарантию на работоспособность.

Монтаж печатных плат, изготовление жгутов и кабелей;

По монтажу печатных плат, а так же изготовление жгутов и кабелей оказываются следующие виды работ: SMD (поверхностный) монтаж печатных, THT (выводной) монтаж, нанесение защитных покрытий, заливка компаундом

Оказание услуг по SMD-монтажу осуществляются на полностью укомплектованном современном оборудовании линии поверхностного монтажа. На предприятии имеются две линии разной производительности, которые позволяют смонтировать заказы объемом от нескольких штук до крупносерийных партий. Цех оснащен оборудованием мировых лидеров автоматического монтажа, таких как Yamaha, Ersa, Nutek, которые позволяют осуществлять монтаж печатных плат любой степени сложности.

В зависимости от объема, сложности и технологичности АО «ИМЗ «Аксион-холдинг» предлагаются различные варианты выводного монтажа, как автоматического, выполняемого на современной линии селективного монтажа и пайки волной, так и ручного, осуществляемого с применением паяльных станций Ersa.

Пайка волной - обеспечивает пайку элементов, устанавливаемых с одной стороны. Главным преимуществом данной технологии является скорость монтажа, существенно превышающая все остальные методы пайки. На линии пайка осуществляется в среде азота, которая обеспечивает более качественные паяные соединения в результате исключения процесса окисления. За счет использования автоматизации достигается хорошая повторяемость процесса монтажа, позволяющая применение для проверки автоматической оптической инспекции, вследствие чего происходит более быстрое выполнение заказа.

Селективная пайка. Эта технология обеспечивает избирательный монтаж отдельных компонентов, на производстве применяемая при случаях изготовления изделий со смешанным типом корпусов SMD и THT. Основным преимуществом данной технологии является гибкость процесса монтажа, позволяющая монтировать намного больший спектр изделий и обладающая меньшей требовательностью к подготовке производства, чем технология пайки волной. За счет выполнения на автоматизированной линии обладает тем же преимуществом повторяемости процесса, что и пайка волной. Пайка также осуществляется в среде азота.

Ручная пайка. Применяется при изготовлении небольших партий плат, а также в случае невозможности или нецелесообразности применения селективной пайки или пайки волной. К плюсам данного вида монтажа можно отнести возможность выполнить монтаж любой степени сложности.

Для обеспечения надежности функционирования изделий в жестких климатических условиях, а так же в качестве защиты от агрессивных

факторов внешней среды АО «ИМЗ «Аксион-холдинг» использует технологию влагозащитных покрытий.

Технология нанесения производится одним из следующих способов:

ручной (кистью);

погружение; - распыление.

В качестве покрывающего материала используются:

акриловые,

уретановые,

силиконовые,

эпоксидно-уретановые (УР231).

Отличительной особенностью современных импортных материалов является возможность контролировать качество нанесения покрытия под ультрафиолетовым светом.

Предприятие также осуществляет заливку эпоксидными или силиконовыми компаундами изделий электроники, электротехники и моточных изделий.

Применение силиконового компаунда обеспечивает изделию надежную диэлектрическую изоляцию, амортизацию механического напряжения и вибрации, выступает в качестве барьера против загрязнений из окружающей среды, сохраняя при этом свойства в широком диапазоне температур и влажности.

Использование же в производстве эпоксидного компаунда обеспечивает изделию более высокую механическую прочность, но при этом практически полное отсутствие ремонтопригодности.

3. Изготовление печатных плат;

По изготовлению и поставке ПП компания выполняются следующие виды работ:

Серийное производство в Юго-Восточной Азии;

Опытное и мелкосерийное производство печатных плат в России;

Срочное изготовление печатных плат;

Виды печатных плат и технологические возможности их изготовления:

односторонние и двусторонние;

многослойные;

гибкие и комбинированные;

с "глухими" и "скрытыми" переходными отверстиями;

ВЧ и СВЧ платы;

платы с металлическим ядром или основанием (на алюминиевых подложках);

печатные трансформаторы;

платы 5-ого класса точности.

Ориентируясь на нужды клиента АО «ИМЗ «Аксион-холдинг» предлагает следующие сроки по выполнению заказов.

4. Разработка и проектирование радиоэлектронной аппаратуры (РЭА).

Благодаря высококвалифицированному штату специалистов и использованию лицензированных программных продуктов компанией АО «ИМЗ «Аксион-холдинг» выполняются следующие виды работ по проектированию и разработке:

проектирование печатных плат и устройств [39];

разработка электроники на заказ;

разработка конструкторской документации;

чертежи механических деталей, входящих в состав РЭА; - редизайн печатных плат, перевод на SMD-технологию.

Проектирование печатных плат и устройств

Конструкторский отдел, занимающийся в частности проектированием печатных плат любой степени сложности, имеет солидный опыт в области проектирования:

однослойных, двухслойных и многослойных печатных плат в соответствии со стандартами IPC-7351A «Общие требования по конструированию контактных площадок и печатных плат с применением

технологии поверхностного монтажа» [40], IPC-7095B «Проектирование и внедрение процессов сборки с применением BGA» [41], ГОсТ 23751-86 [24];

жгутов, кабелей, кроссов;

печатных плат с дифференциальными парами, выполнения расчетов волнового сопротивления;

печатных плат для автоматического монтажа, компоновки оптимальной заготовки для автоматического монтажа серийно выпускаемых плат; -3D моделей ПП, деталей, сборок и узлов.

Среди основных преимуществ от сотрудничества с АО «ИМЗ «Аксион-холдинг» следует отметить:

оперативную обработку заказа - в течение рабочего дня;

запуск срочных и сверхсрочных заказов без предоплаты;

бесплатные консультации на этапе проектирования по повышению технологичности, снижению себестоимости и сроков производства;

инженерный анализ, корректировку и доведение проекта под требования автоматического монтажа;

возможность разработки полного комплекта документации на все изделие;

проектирование печатных плат с учетом требований поверхностного монтажа;

редизайн печатных плат, перевод на современную элементную базу;

минимальную себестоимость и высокое качество изготовления.

Для создания уверенности потребителей в качестве и надежности изделий АО "ИМЗ «Аксион-холдинг" на всех рынках служит сертифицированная система менеджмента качеством предприятия, которая должна постоянно развиваться и совершенствоваться.

В производственной деятельности АО "ИМЗ «Аксион-холдинг" на первое место ставится потребитель, его нужды, пожелания, потребности, и продукция рассматривается с точки зрения ее полезности и пригодности для использования на специальных покупательских проверках.

Вторым фактором учитывается улучшение качества и та деятельность, которую предприятия осуществляют для его улучшения. Разрабатываются ежегодные планы обеспечения и улучшения качества.

Третий фактор по значимости - снижение затрат на плохое качество и тем самым снижение цены и увеличение прибыли предприятия. От этого выигрывает все общество, производитель и потребитель.

Сегодня для того, чтобы нашим предприятиям успешно конкурировать даже на своем рынке, не говоря уже о зарубежном, необходимо существенно повысить качество наших изделий и снизить затраты на их производство, а это без деятельности по улучшению качества, без серьезных изменений в системе качества и управления предприятия, иными словами без внедрения стандартов ИСО 9000, а затем и концепции TQM, сделать невозможно.

Преимущества проведенных сертификаций системы качества выражаются и в следующем:

значительное улучшение организации производства;

повышение качества продукции;

повышение ответственности за результаты труда;

стремление к совершенствованию и улучшению выполняемых работ.

Основными направлениями деятельности в области качества являются:

Непрерывное совершенствование процессов жизненного цикла продукции;

Повышение эффективности и результативности системы менеджмента качества.

У предприятия имеется ряд направлений и приоритетных задач реализация которых необходима для совершенствования качества своей продукции:

Развитие методов оценки соответствия качества выпускаемой продукции и процессов его обеспечения;

Анализ рисков возникновения проблем с качеством продукции на всех стадиях ее жизненного цикла и выполнение мероприятий по снижению этих рисков;

Постоянное повышение уровня автоматизации процессов управления производством за счет внедрения IT-решений;

Обеспечение единства экономического пространства, создание условий для своевременного и полного удовлетворения потребностей предприятия в продукции с необходимыми показателями цены, качества, надежности;

Вовлечение персонала в активную деятельность по обеспечению качества продукции и повышению эффективности деятельности предприятия;

Поддержание и развитие базовых и критических технологий, внедрение инновационных, энергоэффективных и наукоемких технологий;

Обеспечение безопасности персонала предприятия, потребителей и всех заинтересованных сторон, а также защиты окружающей среды.

На данный момент предприятие сертифицировано по стандарту ISO 90002011. Этот стандарт был получен в 2012 году.

После принятия этого стандарта и введения системы управления качеством количество рекламаций снизилось в 1.5 раза, так же в 1.5 раза снизился уровень производственных дефектов продукции. Повышение уровня качества продукции также привело к снижению издержек. Затраты на качество продукции были снижены на 30%.

Сертификация позитивно сказалась и на имидже предприятия. В 2014 году предприятие в сотрудничестве с ЗАО «Балтийская Промышленная Компания» организовало проект «Организация сборки и производства металлообрабатывающих станков в Российской Федерации»

Предприятие ежегодно проводит ряд мероприятий по улучшению качества своей продукции. В прошлом году было запланировано и выполнено 48 мероприятий.

Достаточно высокий уровень качества достигается прежде всего работой системы управления качеством. Эта система должна быть продумана и хорошо организована. Также важна ориентированность на конкретное предприятие. Для этого должно быть вовлечение руководства предприятия и привлечение специалистов. Также необходимо создать все возможные условия для обеспечения уровня качества выпускаемой продукции при минимальных издержках со стороны предприятия.

Система является комплексной, поэтому важна взаимосвязь и эффективность всех ее элементов. Именно это определяет свойства системы в целом. Недостаточная работа, либо нарушения функций работы одного из элементов влечет за собой изменение характеристики всей системы в целом.

Система управления качеством основанная на международных стандартах ISO 9000 представляет собой совокупность отлаженной работы процессов, ресурсов, методов и организации в целом. Это наиболее важные аспекты для построения эффективной системы управления качеством. Но эта система не может функционировать должным образом без системы планирования и обеспечения качества.

Система управления качеством, принятая на АО «ИМЗ «Аксион-холдинг» разрабатывалась с учетом следующих принципов:

ориентация па потребителя;

продуктовый подход (выпуск качественной продукции);

охват всех стадий жизненного цикла продукции (принцип «петли качества»)

сочетание обеспечения управления и улучшения качества;

предупреждение проблем и др.

Такая система создается на предприятии как средство, обеспечивающее проведение определенной политики и достижение поставленной цели в области качества.

Как уже было сказано система управления качеством является комплексной системой, это значит она должна объединять различные отделы

компании, работа которых сказывается на качестве конечной продукции. Это требует участия всех отделов предприятия, но наиболее важными являются производственные, отделы проектирования, снабжения, сбыта, технического контроля качества, стандартизации и др.

Для обеспечения эффективной работы системы управления качеством необходимо постоянно следовать принципу постоянного улучшения качества. Для этого необходимо воспитать у работников привычку постоянно улучшать продукцию. Это характерно для японской системы, однако часто не принимается и игнорируется в западных.

Западные предприниматели считают, что следует поддерживать оптимальный уровень качества, поскольку работа над повышением уровня качества требует большого вложения средств. Однако японские промышленники следуют стратегии, которая утверждает, что постоянное улучшение качества приводит к расширению доли рынка.

В достижения цели повышения качества на АО "ИМЗ «Аксион-холдинг" необходимо преодолеть сложившийся уровень брака и стремиться к полному соответствию продукции технической документации.

В качестве общей тенденции было выявлено, что предприятие хоть и ведет работу по улучшению уровня качества выпускаемой продукции и услуг, однако это не систематизировано и не несет комплексной основы. Меры по предотвращению появления дефектов и стабилизации качества носит не постоянный характер. Так же не все нарушения качества продукции и услуг фиксируются должным образом в отчетах. Анализ нарушений так же не всегда проводится должным образом. Так же наблюдается недостатки в работе с персоналом. Не происходит достаточной мотивации персонала. Это в свою очередь так же сказывается на уровне качества продукции.

2.3 Анализ текущей системы контроля в цехе предприятия АО Имз "Аксион-холдинг

Рассмотрим текущую систему контроля в цехе по производству печатных плат предприятия АО Имз "Аксион-холдинг.

Для контрактного производства электроники наиболее важным и технически сложным процессом является процесс монтажа печатных плат. Рассмотрим на его примере вычисление локальных критериев. Подробный анализ монтажа печатных плат позволил определить комплексные показатели для локального критерия минимизации длительности производственного цикла монтажа ПП. Процесс монтажа печатных плат состоит из нескольких операций (Р1-Р5):

входной контроль заготовок печатных плат (Р1);

нанесение паяльной пасты (Р2);

установка чип-компонентов (Р3);

групповая пайка (Р4);

контроль качества монтажа (Р5);

Входной контроль заготовок (Р1) печатных плат необходим для определения различных дефектов, а так же пригодности плат для загрузки в автоматическую линию. В процессе входного контроля заготовок печатных плат происходит приёмка заготовок по набору параметров, рассмотренных в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры печатной платы на операции входного контроля

Входные параметры	Методы приёмки	Выходные параметры
Наличие механических дефектов и дефектов изготовления ПП (выбоины, ореолы, заусенцы и т.д.)	Визуальный контроль	Внешний вид ПП (ПП должна соответствовать требованиям IPC-A-600G [26] и IPC-A-610D [27])
Плоскостность (изгиб и кручение)	Измерение плоскостности, (IPC-TM-650, по методу 2.4.22 [28])	Значение изгиба и скручивания не должно превышать 0,75%, согласно IPC-2221A [29]
Размеры (длина,	Измерение размеров	Точность размера ПП

ширина, диагональ)		(допуск на размер ПП +/-0,4 согласно IPC-2221A)
Температура стеклования	Дифференциальная сканирующая калориметрия (DSC); Термомеханический анализ (TMA); Динамомеханический анализ (DMA).	Температура стеклования материала ПП (должна соответствовать требованиям заказчика (~140-280°C))
Диэлектрическая постоянная	Метод полоскового резонатора (IPC-TM-650 2.5.5.5) Метод длинных полосковых линий (LSL), IPC-TM-650 2.5.5.5.1 Метод полного резонанса (FSR), IPC-TM-650 2.5.5.6	Диэлектрическая постоянная материала ПП (должна соответствовать требованиям заказчика (~3.5-4.7))

Операция входного контроля обеспечивает соответствие заготовок и полуфабрикатов нормативным и техническим документам для дальнейшего использования их в производстве. При выполнении операции входного контроля используются следующее виды оборудования (таблица 4):

Таблица 4 – Виды оборудования для операции входного контроля

Методы приёмки	Оборудование
Визуальный контроль	контрольный стол увеличительное стекло
Измерение плоскостности, (IPC-TM-650, по методу 2.4.22)	контрольный стол микрометр
Измерение размеров	контрольный стол линейка микрометр

Дифференциальная сканирующая калориметрия (DSC); Термомеханический анализ (TMA); Динамомеханический анализ (DMA).	дифференциальный сканирующий калориметр термомеханический анализатор прибор динамомеханического анализа
Метод полоскового резонатора (IPC-TM-650 2.5.5.5) Метод длинных полосковых линий (LSL), IPC-TM-650 2.5.5.5.1 Метод полного резонанса (FSR), IPC-TM-650 2.5.5.6	- прибор измерения диэлектрической постоянной

На данном этапе стоит задача сокращения времени контроля печатной платы, для количественной оценки внедрения инновации необходимо определить показатели и их математическое выражение:

КМ1 = (КМ1 прим / КМ1 иннов)*МКм1 (2)

КМ1 - показатель времени контроля заготовок печатных плат;

КМ1 прим - количественное значение показателя до внедрения инновации;

КМ1 иннов- количественное значение показателя после внедрения инновации;

МКм1 - весовой коэффициент показателя.

После операции входного контроля на печатную плату наносится паяльная паста. Нанесение пасты осуществляется с помощью автоматического принтера трафаретной печати. Печатная плата автоматически позиционируется при помощи видеосистемы, после чего происходит позиционирование трафарета и его совмещение с печатной платой. Нанесение паяльной пасты происходит под действием ракеля, который распределяет пасту по всем ячейкам трафарета, затем трафарет отрывается от печатной платы и она транспортируется на операцию установки компонентов. Сокращение времени нанесения паяльной пасты в процессе изготовления достигается за счет увеличения скорости вертикального перемещения трафарета и скорости перемещения ракеля.

Более подробно параметры, влияющие на процесс пайки, рассмотрены в таблице 5.

Таблица 5 – Параметры процесса нанесения паяльной пасты.

Годная ПП	Нанесение паяльной пасты	Годная ПП с нанесённой паяльной пастой
Входные параметры:	Процессы:	Выходные параметры
Внешний вид ПП (ПП должна соответствовать требованиям IPC-A-600G и IPC-A-610D)	Позиционирование ПП (выполняется автоматически с помощью видеосистемы)	Повторяемость совмещения
Значение изгиба и скручивания не должно превышать 0,75%, согласно IPC-2221A (в зависимости от оборудования может меняться)	Позиционирование трафарета над ПП (выполняется автоматически с помощью видеосистемы)	Точность нанесения (паяльная паста должна находиться строго на площадках ПП)
Точность размера ПП (допуск на размер ПП +/- 0,4 согласно IPC-2221A)	Нанесение паяльной пасты (скорость перемещения ракеля и давление ракеля для заполнение ячеек паяльной пастой регулируются)	Устойчивость формы нанесённой паяльной пасты (нанесённая паяльная паста должна иметь правильные геометрические формы (не расплываться по ПП
Температура стеклования материала ПП (должна соответствовать требованиям заказчика (~140-280°C))	Отрыв трафарета от ПП (скорость отрыва трафарета от ПП регулируется)	Заполнение ячейки трафарета паяльной пастой (не должно быть внутренних дефектов (пузырей, раковин и т.п.))
Диэлектрическая постоянная материала ПП (должна соответствовать требованиям заказчика (~3.5-4.7°C))		Скорость выполнения операции нанесения паяльной пасты.

На данной операции используются принтеры трафаретной печати (рисунок 11), основными параметрами которых являются:

возможность быстрой переналадки на новый тип изделий;

повторяемость совмещения при 6 сигма;

точность нанесения материала при 6 сигма.



Рисунок 11 – Операция нанесения паяльной пасты на печатную плату

В общем виде количественная оценка показателя минимизации времени нанесения паяльной пасты будет иметь вид:

КМ2 = (КМ2 прим / КМ2 иннов)*МКм2 (3)

КМ2 – показатель времени нанесения паяльной пасты;

КМ2 прим - количественное значение показателя до внедрения инновации; КМ2 иннов - количественное значение показателя после внедрения инновации; МКм2 - весовой коэффициент показателя.

После того, как было произведено позиционирование печатной платы, автомат установщик захватывает манипулятором компонент из питателя и устанавливает его на печатную плату. Установщик размещает чип-компоненты (рисунок 12) на печатной плате согласно разработанной схеме.

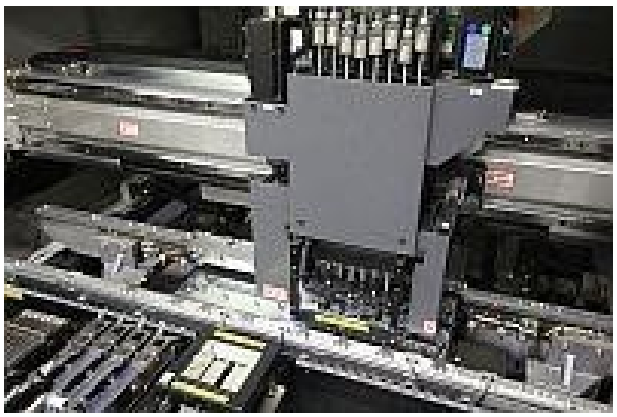


Рисунок 12 – Операция установки чип-компонентов на печатную плату

При необходимости увеличить производительность операции на данном этапе имеется возможность добавить автомат установщик, что значительно сократит время операции. На этом этапе монтажа основными параметрами, оказывающими влияние на скорость выполнения операции являются: производительность по IPC 9850 и количество автоматических установщиков. При условии работы одного установщика основные параметры, влияющие на процесс установки рассмотрены в таблице 6.

Таблица 6 – Параметры процесса установки чип-компонента.

Годная пп с нанесённой паяльной пастой	Установка компонентов	Годная ПП с установленными компонентами
Входные параметры:	Процессы:	Выходные параметры
Точность позиционирования ПП и трафарета (паяльная паста должна находиться строго на площадках ПП)	Позиционирование ПП (выполняется автоматически с помощью видеосистемы)	Точность установки компонентов на ПП (зависит от применяемого оборудования).

Устойчивость формы нанесённой паяльной пасты (нанесённая паяльная паста должна иметь правильные геометрические формы (не расплываться по ПП))	Захват компонента из питателя (выполняется автоматически манипулятором)	Скорость установки компонентов (зависит от применяемого оборудования).
Заполнение ячейки трафарета паяльной пастой (не должно быть внутренних дефектов (пузырей, раковин и т.п.))	Установка компонентов (выполняется автоматически манипулятором)	Расположение компонента в пространстве (наличие/отсутствие
Скорость выполнения операции нанесения паяльной пасты.		компонентов, полярность компонентов, эффект «надгробного камня»)

Математическое выражение комплексного показателя скорости установки чип-компонента:

КМЗ = (КМЗ прим / КМЗ иннов)*МКмЗ (4)

КМЗ – показатель времени установки чип-компонентов;

КМЗ прим - количественное значение показателя до внедрения инновации; КМЗ иннов- количественное значение показателя после внедрения инновации; МКмЗ - весовой коэффициент показателя.

Пайка собранных печатных плат производится в конвекционной печи оплавления. После установки чип-компонентов печатная плата транспортируется на конвейер печи, и с заданной скоростью проходит зону нагрева и зону охлаждения (рисунок 13).



Рисунок 13 – Операция пайки печатной платы

На данном этапе основными параметрами процесса являются: скорость конвейера, длина зоны нагрева и длина зоны охлаждения конвекционной печи (таблица 7).

Таблица 7 – Параметры пайки собранных печатных плат.

Годная ПП с установленными компонентами	Пайка	Годная ПП со спаяными компонентами
Входные параметры:	Процессы:	Выходные параметры
Точность установки компонентов на ПП (зависит от применяемого оборудования).	Равномерный прогрев всего изделия,	Прочность соединения.
Скорость установки компонентов (зависит от применяемого оборудования).	Плавный управляемый рост температуры до нужного пикового значения	степень однородности прогрева паяного соединения.

Расположение компонента в пространстве (наличие/отсутствие компонентов, полярность компонентов, эффект «надгробного камня»)	Постепенное охлаждение спаянной платы, предотвращающее температурный стресс.	Отсутствие дефектов.

Математическое выражение показателя времени пайки собранных печатных плат, будет иметь вид:

КМ4 = (КМ4 прим / КМ4 иннов)*МКм4 (5)

КМ4 – показатель времени пайки;

КМ4 прим - количественное значение показателя до внедрения инновации; КМ4 иннов - количественное значение показателя после внедрения инновации; МКм4 - весовой коэффициент показателя.

После конвекционной печи платы принимаются автоматическим разгрузчиком. После чего работник отдела технического контроля (ОТК) принимает их на проверку и контролирует правильность пайки печатной платы (рисунок 14).



Рисунок 14 – Операция технического контроля

Далее производится сортировка печатных плат по наличию или отсутствию брака и выполняется их отправка в упаковочный, либо в ремонтный цех.

КМ5 = (КМ5 прим / КМ5 иннов)*МКм5 (6)

КМ5 – показатель времени контроля печатной платы;

КМ5 прим - количественное значение показателя до внедрения инновации; КМ5 иннов- количественное значение показателя после внедрения инновации; МКм5 - весовой коэффициент показателя.

Применение процессного подхода позволит определить показатели на каждой операции, которые образуют систему показателей оценки эффективности процессов производства в целом. Повышение эффективности всего процесса производства обеспечивается за счёт оптимизации показателей на каждой операции.

Глава 3. Рекомендации по разработке оптимальной системы процесса технического контроля в цехе предприятия АО Имз "Аксион-холдинг

3.1. Основные проблемы в области процесса технического контроля в цехе предприятия АО Имз "Аксион-холдинг и пути их решения

В современных условиях успешное функционирование промышленного предприятия обусловливается применением эффективных методов организации производства и активной инновационной деятельностью. Это обосновывает важность разработки формализованных методов управления предприятием. Использование математического моделирования в решении поставленных задач по повышению эффективности позволяет существенно сократить время и ресурсы, а также обеспечивает возможность контроля производства в целом и оптимизации его процессов.

Несмотря на устойчивый рост промышленного производства электроники, в данной области наблюдается низкий уровень общей материально-технической базы, что представляет серьезную проблему для большинства промышленных предприятий. Как правило, реализуемые технологические инновации направлены на приобретение современных технологий и оборудования у зарубежных компаний, что затрудняет переход от сырьевой к инновационной модели развития предприятия. Кроме этого, наличие в отрасли государственных компаний снижает эффективность использования инновационного потенциала российской промышленности из-за отсутствия мотивации к производственному росту, обновлению материально-технической базы и совершенствованию технологических процессов.

Наличие высокого уровня научно-технического потенциала и низкий уровень материально-технической базы предприятий в данной отрасли подтверждает актуальность проблемы повышения эффективности

управленческой деятельности на основе количественных методов и моделей принятия решений.

Производство электроники включает в себя множество процессов различной сложности и продолжительности, в данном разделе рассматриваются процессы монтажа печатных плат – этапа наиболее ответственного и определяющего качество функционирования всего изделия.

Для формализации процессов монтажа печатных плат целесообразно применение процессного подхода, тогда весь процесс производства можно представить как совокупность операций, необходимых для достижения конечной цели. Процесс монтажа печатных плат в общем виде можно представить как последовательность следующих операций:

входной контроль заготовок печатных плат (P1);

нанесение паяльной пасты (P2);

установка чип-компонентов (P3);

групповая пайка (P4);

контроль качества монтажа (P5).

Тогда весь процесс можно записать в виде P={P1, P2, P3, P4, P5}.

Одним из основных критериев оценки эффективности деятельности промышленного предприятия является длительность производственного цикла (Lead Time), которая в основном зависит от сложности изделия, материальнотехнической базы предприятия, эффективности применяемых форм и методов организации производства.

Сокращение длительности производственных процессов является одной из наиболее актуальных задач организации современного производства [30], от которой во многом зависит оценка эффективности деятельности предприятия. Применение процессного подхода дает возможность сократить время выполнения каждого производственного процесса за счет оптимизации его основных показателей, что ведет к сокращению длительности производственного цикла в целом. Для

дальнейшего описания процессов необходимо ввести ряд условных обозначений:

T – длительность всего производственного цикла; ti – длительность i-й операции;

ΔT – сокращение длительности производственного цикла; Δti – сокращение длительности i-й операции.

При этом необходимо соблюдать принцип пропорциональности, который подразумевает соответствие производительности всех процессов друг другу и обеспечивает равномерную нагрузку на всех операциях.

Соблюдение принципа пропорциональности нашло отражение в теории ограничений (Theory of Constraints – TOC) Э. М. Голдратта, которая позволяет выявить и оптимизировать ограничивающий фактор ("узкое место"), влияющий на результат производственной деятельности. Выявление ограничений при сокращении длительности производственного цикла производится по наибольшему времени, затрачиваемому на выполнение операции (timax). Согласно теории Голдратта, "узким местом" будет считаться операция, имеющая максимальное время выполнения (Pi(timax)). Сокращение времени выполнения ограничивающей операции на данном этапе является основной задачей по оптимизации производственных процессов:

$$F(t_{i\,max}) \quad \min\{T_i\} \quad \rightarrow \quad (13)$$

Наиболее эффективным инструментом повышения конкурентоспособности предприятия, позволяющим добиться высоких результатов в условиях ограничений, является оптимизация производственных процессов за счет внедрения технологических инноваций. Это предоставит возможность добиться быстрого и необходимого повышения эффективности производственных процессов на основе совершенствования технологии производства.

После расширения "узкого места" возникает необходимость согласования всего производственного цикла и выявления нового

ограничивающего фактора, таким образом, происходит «процесс непрерывного улучшения» (Process of on Going Improvement – POOGI).

Применительно к ТОС, когда от ограничивающей операции зависит общая производительность всего цикла, наиболее целесообразным считается использование метода «барабан-буфер-веревка» (Drum-Buffers-Rope – DBR) [31], способного эффективно управлять выявленными ограничениями. В данном методе "узкое место" – это "барабан", который символизирует ограничение в производственном цикле и задает ритм работы для всех производственных процессов. При подчинении всех более производительных процессов ритму "барабанной дроби" работы самого медлительного процесса (Pi(tmax)) происходит выравнивание и стабилизация всего производственного цикла.

Буферные запасы при применении метода DBR способствуют обеспечению "барабана" ресурсами для непрерывной работы. При использовании в производстве автоматической линии по принципу параллельности, когда производственный процесс представляет собой несколько параллельно проводимых операций, буферные запасы теряют свою значимость, поскольку обеспечение ресурсами на каждой операции происходит только после завершения предыдущей операции.

Заключительный термин метода DBR– "веревка", который символизирует связь наиболее производительной операции и "барабана" – операцию, задающую темп всему производственному циклу (рисунок 16). Длина «веревки» определяется буферными запасами и ограничивает подачу ресурсов в процесс производства.

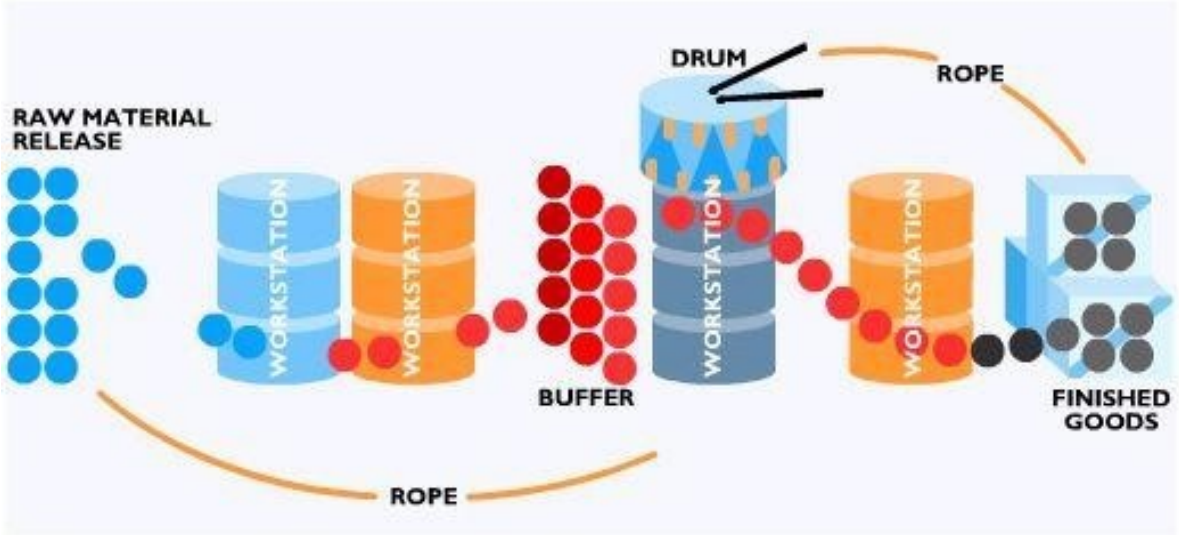


Рисунок 16 – метод DBR

Для определения ограничивающего фактора необходимо произвести анализ процесса монтажа печатных плат, который включает в себя пять последовательных операций.

На первом этапе производится входной контроль заготовок печатных плат, создаются так называемые буферные запасы для непрерывной работы автоматической линии. Входной контроль заготовок печатных плат (P1) необходим для определения различных дефектов, а также пригодности плат для загрузки в автоматическую линию. Автоматический процесс монтажа печатных плат осуществляется параллельным выполнением основных операций: нанесения паяльной пасты (P2), установки чип-компонентов (P3) и пайки припоя (P4). После

конвекционной печи платы принимаются автоматическим разгрузчиком и производится контроль монтажа печатных плат (P5).

Заготовки поступают в автоматическую линию, на операцию нанесения паяльной пасты с помощью автоматического принтера трафаретной печати. На данной операции происходит нанесение паяльной пасты на контактные площадки печатной платы через трафарет, отверстия в котором (апертуры) в точности повторяют рисунок, расположение и форму контактных площадок на плате. С помощью специальных ракелей

происходит заполнение отверстий трафарета пастой и ее нанесение на контактные площадки платы.

следующим этапом монтажа является установка чип-компонентов, которая производится автоматом-установщиком. Основная его задача – правильное размещение чип-компонентов на печатной плате. Перед началом монтажа специальная видеосистема определяет расположение реперных меток на плате и производит ее позиционирование. После этого происходит установка манипулятором компонентов на печатную плату. Последовательность действий, выполняемых оборудованием, выглядит следующим образом: захват компонента из питателя, его центрирование с помощью видеосистемы, установка на плату.

В связи с необходимостью установки большого количества компонентов разного типа данная операция имеет наибольшую длительность из всех операций производственного цикла ($P_3(t_{3max})$). Это связано с постоянным ростом требований к радиоэлектронной аппаратуре как по функциональным, так и по эксплуатационным характеристикам, что ведет к увеличению конструктивной сложности печатных плат и, как следствие, к росту количества устанавливаемых компонентов.

После установки компонентов печатная плата транспортируется в конвекционную печь для обеспечения равномерного прогрева всего изделия, плавного управляемого роста температуры до нужного пикового значения и дальнейшего постепенного охлаждения спаянной платы, предотвращающего температурный стресс. На заключительной операции платы принимаются автоматическим разгрузчиком и производится контроль монтажа печатных плат при выполнении требований к качеству по стандарту IPC-A-610C.

Устранение ограничений на операции установки чип-компонентов, путем внедрения технологических инноваций, позволит сократить время производственного цикла за счет оптимизации основных показателей данной операции: производительности по IPC 9850 и количеству автоматических установщиков. Исходя из этого, предложен критерий минимизации

длительности производственного цикла для автоматического монтажа печатных плат на основе методов производственного менеджмента, при соблюдении требований к качеству по стандарту IPC-A-610C.

В данном случае потребуется разработка математической модели для оценки эффективности внедрения технологической инновации и принятия оптимального решения. Одним из основных инструментов решения задач по оптимизации производственных процессов является метод динамического программирования, основанный на выборе оптимального решения по заданному показателю.

3.2. Мероприятия по улучшению процесса технического контроля в цехе предприятия АО Имз "Аксион-холдинг

Для технологических инноваций характерно изменение структуры производства и организации. Как правило, процесс изменения начинается со сбора информации об условиях на рынке, о спросах потребителя, о способностях и возможностях конкурентов, о новых разработках и их применении. На основе анализа собранной информации организация приступает к производству товара или услуги. В процессе производства постепенно происходят небольшие изменения, а иногда и радикальные преобразования, когда устаревший способ полностью заменяется новым и более усовершенствованным. Такие изменения необходимы для того, чтобы получить преимущества среди конкурентов путем постоянного поиска усовершенствования своего бизнеса. Конкурентное преимущество также можно получить, если правильно направлять инновационный процесс. Получение преимущества происходит только при условии четко поставленных и продуманных стратегических целей, на достижение которых сфокусированы и направлены инновации.

Применение процессного подхода при разработке данного метода, когда выходные параметры одного процесса являлись входными параметрами для следующего, позволило на начальном этапе определить параметры оптимизации подпроцессов и основной критерий эффективности применения технологических инноваций в производственном процессе монтажа печатных плат.

Процесс производства путём последовательного управления переводится из начального состояния в конечное. Были заданы количество шагов в соответствии с количеством операций, а также ограничения экономического характера. При этом разработанная математическая модель позволила на каждом шаге выбирать такое управление, при котором значение сокращения времени было бы максимальным. Оптимизация параметров производственного процесса на каждом шаге управления путём замены оборудования является основой метода обеспечения эффективности внедрения технологических инноваций в условиях заданных ограничений.

Разработанная модель позволяет найти оптимальный вариант распределения ресурсов на каждом шаге управления с целью получения максимальной эффективности от внедрения технологических инноваций в условиях ограничений [42]. Кроме того, оценка эффективности применения технологических инноваций на предприятии обеспечивает эффективное использование материально-технических ресурсов и инвестиций в организацию производственных процессов.

Применение процессного подхода и теории ограничений позволили оптимизировать производственные операции, имеющие наибольшее время выполнения операции (t_{imax}). Так, для операции установки чип-компонентов оказалось целесообразным включение в линию дополнительных автоматических установщиков.

Выполненная оптимизация распределения функций между установщиками позволили сократить время установки компонентов на печатную плату. После расширения "узкого места" возникает необходимость

согласования всего производственного цикла и выявления нового ограничивающего фактора, что позволило сократить время нанесения паяльной пасты и время пайки в печи, тем самым увеличив производительность всего процесса.

Созданная новая конфигурация технологической линии, представленная на рисунке 17, включает в себя автоматический трафаретный принтер MPM Momentum, с возможностью быстрой переналадки на новый тип изделий и временем цикла 6.5 сек; автоматы установщики MG1, автомат установщик MC24; конвекционную печь OmniMax, со скоростью конвейера 150 см/мин; автоматическую оптическую инспекция CyberOptics.



Рисунок 17 - Технологическая линия автоматического печатного монтажа.

Автомат трафаретной печати MPM Momentum.

Автомат предназначен для среднесерийных многономенклатурных и крупносерийных производств электронных изделий. Обладает высокими показателями точности и повторяемости, в сочетании с легкостью в управлении и быстрой переналадкой на новый тип изделий.

Momentum содержит систему управления перемещениями и архитектуру ввода/вывода CANopen для обеспечения лучшей передачи сигналов и быстрого перемещения при использовании минимального набора кабелей и проводов.

Система технического зрения принтера (рисунок 18) состоит из высокоскоростной цифровой USB-камеры с запатентованной способностью обзора вверх/вниз, телецентрической линзой и продвинутой технологией освещения для обеспечения высокой производительности, как в процессах

совмещения, так и инспекции после нанесения пасты. Доступны также развитые возможности инспекции, такие, как 2D-контраст, BridgeVision™ и StencilVision™, все в сочетании со SpeedVision. Надежность и время безотказной работы увеличены посредством новой запатентованной системы ракелей и их перемещения, системы вакуумной очистки и запатентованного роликового устройства подачи растворителя.

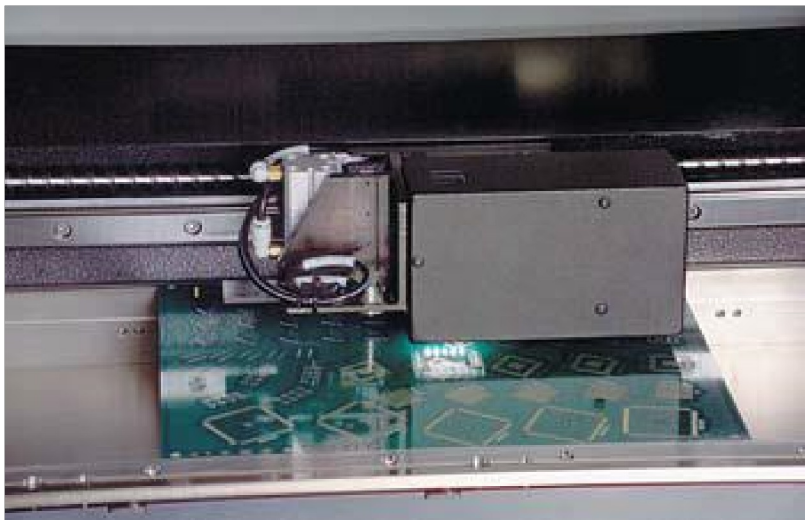


Рисунок 18 - Система технического зрения

Базовая конфигурация включает одиночный конвейер с передней неподвижной направляющей, верхним фиксатором и центральным вакуумным прижимом; программируемый ракель; вакуумную систему очистки трафаретов с возможностью использования растворителя; 17-дюймовый LCD-монитор (рисунок 19). Принтер работает с широким диапазоном размеров печатных плат: от 609 x 508 мм до 50,8 x 50,8 мм (от 24” x 20” до 2” x 2”). Суммарная точность и повторяемость принтера составляет 12,5 мкм (6 сигма, Cpk 2,0); время цикла – 11 секунд (исключая непосредственный процесс трафаретной печати) [43].



Рисунок 19 -Шарико-винтовой привод

Для достижения высочайших показателей точности и повторяемости печати (таблица14) в автомате Momentum управление перемещением вперед/назад и по оси Z для каждого ракеля осуществляется на основе шарико-винтового привода (рисунок 20). Система контроля давления ракеля гарантирует поддержание точности прилагаемого давления вне зависимости от типа ракелей и их жесткости.



Рисунок 20 - Автомат трафаретной печати MPM Momentum

Таблица 14 Технические характеристики автомат трафаретной печати MPM Momentum.

Технические характеристики	
Минимальный размер печатной платы	50 х 50 мм
Максимальный размер печатной платы	609 х 508 мм

Продолжение таблицы 14

Толщина печатной платы	до 5 мм
Время цикла	11 сек (опционально 9 сек)
Точность совмещения	±12,5 мкм при 6 сигма
Повторяемость совмещения	±12,5 мкм при 6 сигма
Диапазон скорости печати	0 - 350 мм/сек
Габаритные размеры	1593 х 1203 х 1638 мм

Автоматы установщики ASSEMBLEON MG1, автомат установщик MC24 (рисунок 21)

Установщик является одним из самых быстрых в своем классе - производительность при установке чип-компонентов достигает 24000 комп./час, а при установке микросхем - 10000 комп./час(таблица 15). Точность установки микросхем - 30 мкм. Автомат способен работать с самыми разными компонентами - от чип-компонентов 01005 до больших разъемов (45 мм х 100 мм), QFP с малым шагом выводов, BGA, μBGA и CSP. Максимальная высота устанавливаемых компонентов до 15 мм [44].



Рисунок 21 - Автомат установщик ASSEMBLEON MG-1.

Таблица 15 - Технические характеристики автомат установщик *ASSEMBLEON MG1*

Технические характеристики	
Операционная система	Windows
Максимальная производительность	24000 комп./ч.
Производительность по IPC 9850	17400 комп./ч.
Точность монтажа	50 микрон при 3 сигма для ЧИПкомпонентов, 30 микрон при 3 сигма для микросхем в корпусе QFP
Устанавливаемые компоненты	от 0,4x0,2 (01005) до 100x45 мм
Максимальная высота компонентов	15 мм
Смена вакуумных захватов	Автоматическая смена

	вакуумных захватов
Максимальный размер платы (Д хШ)	510х440 мм
Минимальный размер платы (Д х Ш)	50х50 мм,
Толщина платы	от 0,4 до 4 мм
Позиции для ленточных питателей (8 мм)	96 (CLi) или 160 (TTF)
Используемые питатели	из россыпи, из кассет, ручной питатель из матричных поддонов, из обрезков ленты и т.д.

Конвекционная печь оплавления OmniMax 7

Печь SpeedlineOmniES 7 отвечает всем требованиям бессвинцовой технологии, обеспечивая поддержание высокой температуры пайки (max 350°C), термическую стабильность, точность разделения зон нагрева (таблица 16).

Процесс пайки проходит в воздушной среде. Для печатных узлов с большими габаритами предусмотрена программно-управляемая выдвижная система поддержки плат по центру (рисунок 22). Программно-управляемый профиль пайки позволяет в точности подобрать необходимые температуры для каждой зоны [45].



Рисунок 22 - Конвекционная печь оплавления OmniMax 7

Таблица 16 - Технические характеристики конвекционная печь оплавления *OmniMax 7*

Технические характеристики	
Атмосфера	Воздух или Азот
Скорость конвейера	25 – 152 см/мин
Ширина конвейера	50 – 508 мм
Количество зон нагрева	7 сверху / 7 снизу
Длина зон нагрева	2685 мм
Количество зон нагрева	2 сверху
Длина зон охлаждения	887 мм
Общая длина системы	4863 мм

Двухмагазинное конвейерное оборудование NUTEK (рисунок 23)

Основными преимуществами оборудования являются высокая надежность, короткое время цикла загрузки-разгрузки, возможность работы с платами малой толщины (таблица 17) [46].



Рисунок 23 - Двухмагазинное конвейерное оборудование NUTEK

Таблица 17 - Технические характеристики двухмагазинного конвейерного оборудования NUTEK

Технические характеристики		
Минимальный размер печатной платы	80 х 70 мм	80 х 70 мм
Максимальный размер печатной платы	330 х 250 мм	457 х 407 мм
Рабочая высота	950 мм ± 25 мм	950 мм ± 25 мм
Время загрузки печатной платы в линию	± 10 сек	± 10 сек
Регулирование шага между платами в магазине	1-4, шаг 10 мм	1-4, шаг 10 мм
Напряжение питания	230 В/50 Гц	230 В/50 Гц
Расход воздуха	5 л/мин	5 л/мин
Габаритные размеры	1112 х 1350 х 1330	1580 х 1770 х 1330
Вес	330 кг	400 кг

CyberOptics QX 500 - система обеспечивает выкую скорость и качество инспекции дефектов, возникающих в крупносерийном и массовом производствах (рисунок 24).

Основные характеристики системы (таблица18):

100% инспекция плат в сборочно-монтажном производстве при максимальной скорости сборки;

адаптированность к бессвинцовым технологиям и инспекции компонентов малых размеров;

возможность конфигурации для инспекции перед и после оплавления;

простое и удобное создание рабочих программ с использованием широкой библиотеки компонентов;

новый эргономичный дизайн, удобство обслуживания.



Рисунок 24 – Оптическая станция контроля CyberOptics QX 500 Таблица 18 - Технические характеристики CyberOptics QX500

Технические характеристики	
Инспекция ПП	Инспекция перед и после оплавления с

	возможностью полного контроля паяных соединений
Покрываемые дефекты компонентов	Наличие и отсутствие, точность позиционирования, полярность, распознавание маркировки (до 0402), золоченые выводы
Дефекты паяных соединений	Недостаток/избыток припоя, эффект надгробного камня, разворот на ребро, копланарность, приподнятость, короткое замыкание
Размеры компонентов	Минимальный размер компонента - 01005, минимальный шаг выводов 0,3 мм, компоненты в нестандартных корпусах
Скорость инспекции	100 см2/сек
Тип оптической системы	Блок цветных CMOS камер, разрешение 5.0 Мегапикселей, система стробоскопической подсветки
Камера	5,0 Мегапикселей, цветные CMOS камеры
Разрешение	17 мкм
Максимальный размер платы	308 x 508 мм
Размеры системы	1000 x 1290 x 1390 мм
Вес	465 кг

Полученные результаты позволяют выполнить функции планирования и управления качеством продукции на основе строгих математических моделей.

Разработанные в диссертационной работе модели позволили систематизировать процесс замены технологического оборудования, что

обеспечило эффективное перевооружение предприятия по производству электроники АО «ИМЗ «Аксион-холдинг», в частности сократилось: время нанесения паяльной пасты на 7%; время установки chip-компонентов на 18%; время пайки в печи на 5%; время контроля готовой печатной платы на 24%; длительность производственного цикла автоматического монтажа печатных плат на 16%;

В ходе выполнения диссертационной работы и на основании полученных результатов был разработан проект стандарта организации по замене технологического оборудования технологической линии монтажа печатных плат.

Данный проект стандарта содержит методику пошаговой оптимизации процессов монтажа печатных плат на предприятии производства электроники на основе метода динамического программирования, при обеспечении качества выпускаемой продукции с целью повышения конкурентоспособности.

3.3. Оценка экономической эффективности предложенных мероприятий

В результате анализа, проведенного выше, было выяснено, что система качества, действующая в АО «ИМЗ «Аксион-холдинг», не оптимальна и требует совершенствования.

Совершенствование системы качества продукции как части комплекса управления организацией предполагает достижение определенных результатов, основанных на удовлетворении ожиданий заказчиков. Это модель управления взаимосвязанными и взаимозависимыми процессами.

За результат этих процессов, представляющих концентрацию знаний, умений и навыков работы руководства и персонала, платит потребитель. Именно они определяют качество продукции.

Предназначена система контроля за качеством продукции для постоянного улучшения деятельности и повышения конкурентоспособности предприятия.

Повышение качества продукции включает в себя создание продуманной системы управления и доведение ее до совершенства в ходе последующего использования.

Рассмотрим, в чем заключаются основные принципы системы, предлагаемые для внедрения в АО «ИМЗ «Аксион-холдинг». Это, прежде всего, комплексное управление качеством продукции, совершенствование технологий, постоянный контроль улучшения работы, анализ потребностей клиента, рост показателей работы.

А также закрепление личной ответственности за результат, повышение квалификации сотрудников, вовлечение всех специалистов в процесс создания продукции высокого уровня.

Целью анализа эффективности функционирования системы качества являются:

подготовка обоснованной информации о функционировании системы качества для руководства АО «ИМЗ «Аксион-холдинг»;

определение показателей качества производимых работ, выявление наиболее часто повторяющихся дефектов и определение причин их возникновения.

При определении эффективности функционирования предлагаемой системы качества учитываются показатели, отражающие результаты деятельности АО «ИМЗ «Аксион-холдинг», экономическую эффективность и социальный эффект.

Приведем расчет затрат на все изменения системы качества на предприятии.

Таблица 3.3

Затраты по модернизации системы управления качеством продукции

№ п/п	статья затрат	Сумма, тыс. руб.
1	Оценка действующей системы качества	15
2	Разработка плана внедрения системы качества	30
3	Определение политики в области качества	15
4	Формирование системы качества	24
5	Распределение ответственности в системе качества	30
6	Определение состава (перечня) документации	60
7	Подготовка графика разработки и внедрения документации системы качества	50
8	Разработка документации системы качества	60
9	Внедрение документации системы качества (обучение работников, изменение на рабочих местах и т.п.)	350
10	Проведение внутреннего аудита	24
11	Осуществление корректирующих действий	50
12	Утверждение руководства по качеству	50
13	Выбор органа сертификации	15
14	Проведение сертификации	30
15	Приобретение нового оборудования	1000
16	Обеспечение экологичности и безопасности производства	500
	Итого затрат	2378

Показателем экономической эффективности служит коэффициент отдачи, характеризующий отношение полученных результатов к затратам на разработку и функционирование системы качества.

Экономический эффект достигается:

увеличением количества договоров, контрактов, заказов;

экономией затрат на переделки и исправление некачественно выполненных работ;

экономией затрат, связанных с порчей материалов и конструкций при хранении и транспортировке;

уменьшением штрафных санкций за некачественно выполненные работы.

Предполагается, что данные улучшения системы управления качеством приведут к росту выпуска продукции на 8% (определено на основе экспертного метода, т.е. опроса нескольких ключевых сотрудников АО «ИМЗ «Аксион-холдинг»).

При этом при подсчете расходов необходимо учесть, что вырастут текущие расходы на величину затрат модернизации системы качества, т.е. на тыс. руб., в то время как переменные затраты увеличатся пропорционально росту продаж, т.е. на 8%.

Рассмотрим эти расчетные операции подробнее:

1. Переменные затраты определяем по таблице 2.2 как сумму сырья и материальных расходов:

36315 + 29494 = 65809 тыс. руб.

2. Их рост составит:

65809 * 1,08 = 71074 тыс. руб.

3. Остальные затраты из табл. 2.2 относятся к условно-постоянным расходам, т.е. не меняются от масштабов производства. Соответственно, к ним необходимо прибавить затраты на модернизацию системы управления качеством продукции АО «ИМЗ «Аксион-холдинг»:

144424 + 2378 = 146802 тыс. руб.

4. Таким образом, имеем суммарные затраты следующего года составят:

146802 + 71074 = 217876 тыс. руб.

5. Рост выручки:

234565 * 1,08 = 253330 тыс. руб.

Приведем результаты расчетов по прогнозам на 2016 год с учетом модернизации системы качества на предприятии в таблице 3.4, взяв для сравнения данные за 2015 год из таблицы 2.3.

Таблица 3.4

Технико-экономические показатели эффективности модернизации системы управления качеством продукции в АО «ИМЗ «Аксион-холдинг»

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	2015 год	2016 год	Отклонения	
					+/-	%
1.	Выручка	Тыс. руб.	234565	253330	18765	8,00
2.	Себестоимость	Тыс. руб.	210233	217876	7643	3,64
3.	стоимость основных производственных фондов	Тыс. руб.	52320	53820	1500	2,87
4.	Численность работающих	Чел.	194	196	2	1,03
5.	Фонд оплаты труда	Тыс. руб.	99387	100227	840	0,85
6.	Прибыль от реализации (стр.1-стр.2)	Тыс. руб.	24332	35455	11123	45,71
7.	Рентабельность производства (стр.6:стр.2)	%	11,57	16,27	4,70	X
8.	Рентабельность продаж (стр.6:стр.1)	%	10,37	14,00	3,62	X
9.	Производительность труда (стр.1:стр.4)	Тыс. руб./ чел.	1209,1	1292,50	83,4	6,90
10.	Фондоотдача (стр.1:стр.3)	Руб./ руб.	4,48	4,71	0,22	4,99
11.	Средняя заработная плата (стр.5:стр.4)	Тыс. руб.	512,30	511,36	-0,94	-0,18

Отметим, что проект улучшения качества продукции АО «ИМЗ «Аксион-холдинг» оказался положительным, так как:

Рост прибыли составит, по прогнозам, 45,71%, или 11,1 млн.руб.

Рентабельность производства с 11,57% вырастет до 16,27%.

Рентабельность продаж с 10,37% вырастет до 14%.

Производительность труда увеличится на 6,9%.

Фондоотдача, несмотря на некоторое увеличение основных фондов, вырастет на 4,99%.

Разработка более эффективной системы качества продукции в АО «ИМЗ «Аксион-холдинг» позволяет решить текущие задачи предприятия. Успех зависит от подготовленности руководителей на всех уровнях, особенностей технологических процессов, степени активности персонала в достижении целей.

Результаты и выводы к разделу 2

Определен критерий минимизации длительности производственного цикла для автоматического монтажа печатных плат на основе методов производственного менеджмента, при соблюдении требований к качеству по стандарту IPC-A-610C.

Критерий минимизации длительности производственного цикла для автоматического монтажа печатных плат был определен на основе методов производственного менеджмента, согласно которым одним из основных критериев оценки эффективности деятельности промышленного предприятия является длительность производственного цикла (Lead Time).

В результате определения критерия и формализации процессов автоматического монтажа печатных плат была разработана математическая модель минимизации длительности производственного цикла, при соблюдении требований к качеству по стандарту IPC-A-610C.

Разработанная модель позволяет найти оптимальный вариант распределения ресурсов на каждом шаге управления с целью получения максимальной эффективности от внедрения технологических инноваций в

условиях ограничений. Кроме того, оценка эффективности применения технологических инноваций на предприятии обеспечивает эффективное использование материально-технических ресурсов и инвестиций в организацию производственных процессов.

На основе разработанных математической модели и критерия минимизации длительности производственного цикла предложена методика и алгоритм пошаговой оптимизации процессов монтажа печатных плат на основе метода динамического программирования, при обеспечении качества выпускаемой продукции с целью повышения конкурентоспособности продукции.

Согласно предложенной методике и применению процессного подхода было выявлено ограничение по наибольшему времени, затрачиваемого на выполнение операции (timax) - операция установки chip-компонентов. Устранение ограничений на операции установки chip-компонентов путем внедрения технологических инноваций, позволило сократить время производственного цикла за счёт оптимизации основных показателей данной операции: производительность по IPC 9850 и количество автоматических установщиков.

Совершенствование процесса автоматического монтажа печатных плат позволило минимизировать длительность производственного цикла, при соблюдении требований к качеству по стандарту IPC-A-610C, за счет оптимального варианта распределения ресурсов на внедрение технологических инноваций в автоматическую линию монтажа печатных плат.

Заключение

Оптимизация производственных процессов за счет внедрения технологических инноваций выступает наиболее эффективным инструментом повышения конкурентоспособности предприятия и позволяет добиться высоких результатов в условиях ограничений и изменчивости внешней среды. Применение технологических инноваций направлено не только на повышение эффективности производства, но и на улучшение качества выпускаемой продукции.

Анализ технологической линии монтажа печатных плат и использование предложенного критерия эффективности внедрения технологических инноваций и его декомпозиция на локальные критерии позволили разработать математическую модель оценки эффективности внедрения технологических инноваций для процессов монтажа печатных плат на основе идентификации составляющих локальных критериев.

Разработанная математическая модель позволяет принимать решения об использовании технологических инноваций, направленных на совершенствование качества продукции, на основании обобщенного критерия эффективности внедрения технологической инновации, который был представлен в виде свертки локальных критериев:

локальный критерий минимизации длительности производственного цикла монтажа ПП;

локальный критерий дефектов;

локальный критерий качества изготовления продукции;

локальный критерий экономической эффективности;

локальный критерий подготовки персонала; - локальный критерий автоматизации.

Разработаны математическая модель и критерий минимизации длительности производственного цикла для автоматического монтажа печатных плат на основе методов производственного менеджмента, при

соблюдении требований к качеству по стандарту IPC-A-610C. На этом основании были предложены методика и алгоритм пошаговой оптимизации процессов монтажа печатных плат, которые позволяют произвести оптимальный выбор технологических инноваций по критерию минимизации длительности производственного цикла. В данном случае это приводит к сокращению длительности всего производственного цикла.

Осуществлены обзор, анализ и выбор технологических инноваций для внедрения в процесс производства электроники на основании разработанной математической модели и критерия минимизации длительности производственного цикла для автоматического монтажа печатных плат при наличии заданных ограничений.

Совершенствование процесса автоматического монтажа печатных плат позволило минимизировать длительность производственного цикла, при соблюдении требований к качеству по стандарту IPC-A-610C.

На основе разработанной математической модели были апробированы методика и алгоритм пошаговой оптимизации процессов на основе метода динамического программирования, при обеспечении качества выпускаемой продукции с целью повышения конкурентоспособности продукции.

Выполненная оптимизация процессов монтажа печатных плат позволила сократить время установки компонентов на печатную плату. Минимизация длительности установки компонентов на печатную плату привела к увеличению производительности всего процесса в целом за счет расширения «узкого места». В связи с этим были получены следующие результаты:

сокращение времени нанесения паяльной пасты на 7%;

сокращение времени установки chip-компонентов на 18%;

сокращение времени пайки в печи на 5%;

сокращение времени контроля готовой печатной платы на 24%;

сокращение длительности производственного цикла автоматического монтажа печатных плат на 16%.

Разработан проект стандарта организации по замене технологического оборудования технологической линии монтажа печатных плат, который позволил систематизировать полученные в ходе работы над диссертацией результаты.

Результаты диссертационной работы использованы в деятельности компании «ИМЗ «Аксион-холдинг», что подтверждается актами внедрения.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о повышении конкурентоспособности продукции, при оптимизации основных процессов автоматического монтажа печатных плат.

Используемая литература

1. ISO/TC176/SC2/№ 630R2. ISO 9000 Introduction and Support Package: Guidance on "Outsourced Processes". Пакет документов по введению и поддержке
2. ИСО 9000:2000: "Руководство по применению процессов аутсорсинга".
3. Федеральная программа "Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники" на 2008 - 2015 годы. Режим доступа: http://www.programsgov.ru/36_1.php
4. Коршунов Г. И. Процессы устойчивого развития контрактного производства электроники в условиях закрытых и открытых инноваций// Научнотехнические ведомости. СПбГПУ, 2011. № 3(121). С. 167–174.
5. Коршунов Г.И. Эффективность внедрения технологических инноваций на примере контрактного производства электроники. Коршунов Г.И., Поляков С.Л. / Организатор производства, №4 (из Перечня ведущих рецензируемых научных журналов ВАК) Изд-во: "Экономика и финансы", Москва 2012. 111с.: стр. 80-83
6. Коршунов Г.И. Организация эффективного контрактного производства на основе технологических инноваций. Коршунов Г.И., Ли Шунь Минь, Поляков С.Л. / Научная сессия ГУАП: сб. докл.: В 3 ч. Ч. I. Технические науки / СПб.: ГУАП, 2012. 246с.: стр.166-168
7. Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения.
8. М.: Экономика, 2002. – 237 с.
9. Казанцева С.М. Методология проектирования промышленных организационных систем на основе аутсорсинга бизнес-процессов: дис. д-ра экон. наук. СПб., 2005. - 324 с.

10. Гончарова Н.А. Существующие модели оценки эффективности
11. аутсорсинга на предприятии. Экономика, управление, право. БрГУ, Братск стр.9-
12. 14
13. Хайрова С.Ш. Организация эффективного контрактного производства на основе технологических инноваций: дис. магистра. СПб, ГУАП, 2012г. 102с.
14. Коршунов Г.И. Обеспечение постоянного развития системы менеджмента качества в условиях контрактного производства. Г.И. Коршунов, А.И. Сурыгин Научно-технические ведомости. СПбГПУ. 2008. №3(121). С.91– 94.
15. Варжапетян А.Г. Методы менеджмента производственных проектов и процессов. Варжапетян А.Г., Смирнова М.С. учебное пособие, СПб., ГУАП, 2013
16. Элияху М. Голдратт, Джефф Кокс. Цель. Процесс непрерывного совершенствования. – Минск: Попурри, 2009. – 496 с.
17. Шумпетер Й. Теория экономического развития. – М.: Прогресс, 1982. – 176 с.
18. Управление инновационными проектами: Учебное пособие в 2-х частях. Часть I. Методология управления инновационными проектами Автор/создатель: Александрова Т.В., Голубев С.А., Колосова О.В., Культин Н.Б., Некрасов С.П., Нурулин Ю.Р., Туккель И.Л., Черняк В.С. Год: 1999:
19. Виды стандартов IPC. Режим доступа: www.ipc.org
20. IPC 9850 Оценка характеристик оборудования для установки компонентов поверхностного монтажа. - США, Баннокберн: IPC, 2002. - 45с.
21. Коршунов Г.И., Балашов В.М., Поляков С.Л. Критерий и показатели эффективности внедрения инноваций на примере процесса монтажа печатных плат. "Вопросы радиоэлектроники".

2013. №2. (из Перечня ведущих рецензируемых научных журналов ВАК).

22. Корно О.А. Исследование математических принципов теории богатства «Recherches sur les principes mathématiques de lathéorie des richesses» (Париж, 1838)
23. Канторович Л.В. «Математические методы организации и планирования производства», Л.: Издание Ленинградского государственного университета, 1939. — 67 с.
24. Беллман Р. Динамическое программирование. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1960. 400с.
25. Тоичкина О.В. Динамическое программирование в решении производственных задач. дис. магистра. Донецк, ДонНТУ, 2008г.
26. Коршунов, Г.И. Управление процессами и принятие решений /
Г.И.
27. Коршунов, В.Н. Тисенко. СПбГПУ. 2010. 230 с.
28. Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов. учебник, Изд. Лань, 2013
29. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. 2-е изд., испр. — М.: Физматлит, 2001. — 320 с.
30. IPC-A-610C стандарт по монтажу РЭА. Допустимые (и не
31. допустимые) дефекты и отклонения.- США, Нортбрук: IPC, 2000. - 372с
32. IPC-A-600G Acceptability of Printed Boards: «стандарт по дефектации печатных плат. Описаны приемлемые (и неприемлемые) отклонения и дефекты для разных классов точности». .- США, Нортбрук: IPC
33. IPC-A-610D RU «Критерии приемки электронных сборок».

34. IPC-TM-650 Test Methods Manual «Платы печатные жесткие. Методы испытаний физических параметров».
35. IPC-2221A Generic Standardon Printed Board Design «стандарт по общим требованиям к конструированию печатных плат»
36. Фатхутдинов Р. А. Производственный менеджмент. 4-е изд. – СПб.:
37. Питер, 2003. – 491 с.
38. Детмер У. Теория ограничений Голдратта. Системный подход к непрерывному совершенствованию. – М.: Альпина Паблишер, 2010. – 448 с.
39. ГОсТ 20406-75 «Платы печатные. Термины и определения». М.:
40. стандартинформ 1976г., 14с.
41. ГОсТ ISO 9001-2011. Системы менеджмента качества. М.:
42. стандартинформ, 2012. 35 с.
43. ГОсТ Р ИСО 9001-2011. Системы менеджмента качества. Требования.
44. М.: стандартинформ, 2011.
45. ГОсТ Р ИСО 9001-2008. Системы менеджмента качества. Требования.
46. М.: стандартинформ, 2008. 32 с.
47. ГОсТ 23752.1-92 «Платы печатные. Методы испытаний». М.:
48. стандартинформ, 1992г. 58с.
49. ГОсТ 23752-79 «Платы печатные. Общие технические условия» М.: стандартинформ, 1980г. 34с.
50. IPC-7351A «Общие требования по конструированию контактных площадок и печатных плат с применением технологии поверхностного монтажа».
51. IPC-7095B «Проектирование и внедрение процессов сборки с применением BGA».

52. ГОсТ 23751-86 «Платы печатные. Основные параметры конструкции». стандартинформ, 1986г. 16с.
53. Коршунов, Г.И. Сокращение времени производственного цикла на основе внедрения методов менеджмента и технологических инноваций / Г.И.
54. Коршунов, С.Л. Поляков. Информационно-управляющие системы №4.СПб.: ГУАП, 2013. стр.78-82
55. Автомат трафаретной печати MPM Momentum. Режим доступа:
56. http://www.brados.by/ru/momentum.html
57. Компоненты и технологии. Эффективность в квадрате: автоматы установщики компонентов ASSEMBLEON MG-1. Режим доступа: http://www.kite.ru/articles/circuitbrd/2009_6_186.php
58. ООО «Диполь», Оборудование и материалы для производства электроники.Конвекционная печь оплавления OmniMax 7. Режим доступа: http://www.dipaul.ru/catalog/495
59. Инжиниринг «Оборудование для поверхностного монтажа». Режим доступа: http://www.rtsengineering.ru/Smounting/SMOborud/smOK.htmlPcT
60. ГОсТ Р ИСО 9004-2010. Системы менеджмента качества. Требования.
61. М.: стандартинформ, 2011. 47 с.
62. Коршунов Г.И. Управление процессами и инновациями при
63. обеспечении качества приборов и систем. СПб.: ГУАП. 2008г. 163 с.
64. Ивахненко А.Г. Управление процессами организации на основе данных о результативности. Ивахненко А.Г., сторублев М.Л. Методы менеджмента качества. 2009. №5. С. 9-12..

65. Ефромеева Е.В. Классификация методов оптимизации МГТУ «станкин», 2012
66. Маянский В.Д. Деятельность Системы добровольной сертификации «Военный Регистр» в области качества продукции военного назначения, Вестник Качества № 2 (98), 2011г. стр.3-8
67. Федотов А.Г. Новые международные базовые требования к СМК организаций авиационной, космической и оборонной отраслей (AS 9100) и сертификация СМК на соответствие этим требованиям, Вестник Качества № 2
68. (98), 2011г., стр. 9-14
69. Сучков Л.В. Управление качеством компонентов и материалов, используемых при производстве авиационной техники. Сучков Л.В. Федосеев В.В. / Вестник Качества № 2 (98), 2011г., стр. 27-31
70. Можаев О.А. Перспективы развития систем менеджмента. Можаев О.А. Липатников / В.А. Вестник Качества № 2 (98), 2011г., стр. 31-39
71. Кузьмина Е.И. Инновации – обгонять не догоняя: система менеджмента устойчивого развития предприятий оборонной отрасли. Кузьмина
72. Е.И. Николаев В.В. Вестник Качества № 2 (98), 2011г., стр. 40-45
73. О решениях IX-ой практической конференции «Совершенствование менеджмента качества оборонных предприятий», Вестник Качества № 2 (98), 2011г.
74. В.В. Бухарин, В.А. Липатников, Д.В. Сахаров. Метод управления информационной безопасностью организации на основе процессного подхода Информационные системы и технологии. № 3 (77) май-июнь 2013.

75. Акинфиев В.К.Двиркун А.Д. Оптимизация очередности разработки сложных систем. В кн.: Современные проблемы управления. - М.: Наука, 1974,164-167с.;
76. Альтернативы модернизации российской экономики / Под ред. А. Бузгалина, А. Колганова, П.Шульце. М., 1997.
77. Амангельдиев Б.Р., Шигаев М.Н., Шмулев С.А. структура и свойства задач векторной оптимизации. — В кн.: Оптимизация и моделирование сложных систем. Алма-Ата: Наука, 1976, - 48-57 е.; ч.2, - 58-62 с.;
78. Антонец В.А., Нечаева Н.В. Основные принципы организации и развития инновационной деятельности предприятия. Изд. ЗАО «Нижегородское агентство наукоёмких технологий». Н. Новгород: 2004 - 368 с.
79. Антонец В. А. Инновационный маркетинг. Программа факультативного курса для аспирантов и молодых учёных. Н. Новгород:
80. ПОЛИГРАФ Нижегородского государственного университета им. Лобачевского.
81. 2002.;
82. Антонец В.А., Нечаева Н. В. Инновационный бизнес: формирование моделей коммерциализации перспективных разборок. Учеб.пособие / под ред.
83. Хомкина К.А. М.: ДЕЛО, 2009. - 314с.;
84. Антонов В.Г. Управление интеграционными процессами в экономике
85. России. Диссертация на соискание учёной степени доктора экономических наук. М.: 2000
86. Аньшина В. М., Дагасва А. А. Инновационный менеджмент:
87. учеб.пособие, 3-е изд. М.: Дело, 2007.;

88. Койфман Ю.И. Формальный аппарат системного моделирования сложных систем. В сб.: Системные исследования проблем управления качеством и автоматизации процессов управления. Тезисы докладов 1-й Всесоюзной конференции, Львов, Киев: 1977, (Укр.НИТИ).;
89. Количественные методы оптимизации параметров объектов стандартизации. Области применяемости технических величин для формализации целей и ограничений. ГОсТ 18.002-80.;
90. Колчин А.Ф., Овсянников М.В., стрекалов А.Ф., Сумароков С.В. Управление жизненным циклом продукции. Анахарсис М.: 2002. - 304 с.;
91. Комаров Д.М. Математические модели оптимизации требований
92. стандартов. М.: Изд. стандартов, 1976, -184с.;
93. Кузнецов О.П., Адельсон-Вельский Г.М. Дискретная математика для инженера. М.: Энергия, 1980 , -344с..;
94. Лаврентьев В.А. в соавторстве. Контроль качества продукции. Справочник. Раздел 13 М.: Изд. стандартов, 1985, -271-288с.;
95. Лаврентьев В.А. в соавторстве. Организация производства и его техническое обслуживание. В кн.: Управление качеством продукции. Справочник. Раздел 12 М.: Изд.стандартов, 1985, -255-270с.;
96. Лаврентьев В.А. Управление технологической модернизацией промышленных предприятий на основе многоуровневой оптимизации производства. Монография. Редакционно-издательский центр «Полиграф», Н.
97. Новгород, ул. Челюскинцев 9, 2009. 21,9 п. л.;

Приложения