

На правах рукописи



БИКТИМИРОВА Гузель Фанисовна

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
СОПРОВОЖДЕНИЯ КАЧЕСТВА АВТОКОМПОНЕНТОВ НА ЭТАПАХ
ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Специальность: 05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Брянск - 2018

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»

Научный руководитель доктор технических наук, профессор
Васильев Виктор Андреевич

Официальные оппоненты: **Азаров Владимир Николаевич**,
доктор технических наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Российский университет транспорта
(МИИТ)», профессор кафедры «Менеджмент
качества»

Вавилин Ярослав Александрович
кандидат технических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет», доцент кафедры
«Управление качеством, стандартизация и
метрология»

Ведущая организация: ФГАОУ ДПО «Академия стандартизации,
метрологии и сертификации (учебная)»
г. Москва

Защита состоится «16» мая 2018 г. в 16 часов на заседании
диссертационного совета Д 999.155.03, созданного на базе ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ),
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» (БГТУ),
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ) по адресу:
241035, г. Брянск, ул. 50 лет Октября, 7 (конференц-зал).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Брянский
государственный технический университет» (БГТУ) и на сайте <http://www.tu-bryansk.ru>

Автореферат разослан «_____» _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Кириллов Олег Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Стратегия развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2020 года (утверждена приказом Минпромторга России от 23.04.2010 года № 319 (редакция от 27.12.2013 года)) определяет цель -

«...Максимизация добавленной стоимости, созданной на территории России на всех этапах жизненного цикла продукции автомобилестроения, при обеспечении достаточного выбора и высокого качества автомобильной техники». Определены задачи для достижения стратегической цели, в том числе:

«...Максимальная локализация производства компонентов для автотранспортных средств, производимых на территории Российской Федерации, и повышение их экспортного потенциала».

Вступление России в ВТО поставило перед отечественными автопроизводителями жесткие требования к конкурентоспособности, тем более что борьба с зарубежными компаниями обостряется в первую очередь на российском рынке. Российские корпорации обязывают своих поставщиков автокомпонентов (АК) включаться в работу по выполнению запросов потребителя по качеству автомобиля путем внедрения систем менеджмента качества по требованиям ISO/TS 16949:2009, IATF 16949:2016. Взаимодействие с головными заводами по подтверждению качества поставляемого АК теперь осуществляется согласно процедуре одобрения производства заказчиком (PPAP).

Действующая стандартизованная система технологической документации предназначена для обеспечения соответствия продукции. Она не нацелена на улучшение качества. Закономерно, что прямое применение зарубежных рекомендаций по улучшению качества и устранению потерь в уже действующих производствах не привело к достаточно серьезным результатам. Тем не менее, ряд руководителей пытаются отказаться от отечественной технологической документации и перейти только на упрощенные формы укрупненного описания процессов, напрямую копируя зарубежные аналоги. В результате возникают упущения и ошибки в информационных потоках.

Внедрение ISO/TS 16949:2009 означает также изменение роли специалистов в управлении. Они становятся членами межфункциональных APQP-команд, управляющих проектом разработки, подготовки производства, выпуска, продаж и сервиса автокомпонента. Коллектив специалистов из разных служб не в состоянии обеспечить решение задач без полного комплекта документов по всем процессам жизненного цикла (ЖЦ) продукта, понятных каждому участнику.

Отставание в обеспеченности информацией для управления, оценки результативности улучшений процессов и корректирующих действий не дает оснований надеяться на результативность управления качеством на рабочих местах производства автокомпонентов. Эта проблема является, безусловно, актуальной.

В работе предпринята попытка решения новой научной задачи: формирование комплекса информации для уменьшения значимых отклонений показателей качества автомобильных автокомпонентов до требуемых величин с

первой попытки, а также объективной оценки потребителем (заказчиком) возможностей качества поставок.

Степень разработанности темы. Комплекс проблем управления качеством отражен в работах ведущих российских ученых (Ю.П. Адлер, В.Н. Азаров, Б.В. Бойцов, В.В. Бойцов, В.А. Васильев, В.А. Лapidус, В.Г. Версан, Б.С. Мигачев, В.В. Карыпин и др.) и авторитетных зарубежных ученых (Г. Тагути, К. Исикава, А. Фейгенбаум, Дж. Джуран, У.Э. Шухарт, У. Деминг, Ф. Кросби и др.). Тем не менее, глубина анализа значимости обеспеченности информацией для системного управления качеством продукта не раскрыта в достаточной степени.

Цель работы – совершенствование системы менеджмента качества (СМК) производителя автокомпонентов за счет разработки дополнительных элементов информации на этапах подготовки производства и последующего их применения в серийном производстве для управления значениями показателей качества автокомпонентов, а также для оценки возможностей производителя автокомпонентов в рамках процедуры одобрения производства потребителем.

Объекты исследования. Процессы планирования, разработки, документирования информации на этапах подготовки производства и применения в серийном производстве для управления качеством автокомпонентов в технологических маршрутах, операциях, технологических переходах, а также процессы взаимодействия поставщика с головным заводом (потребителем).

Предметы исследования. Содержание процесса управления значениями отклонений отдельных ключевых показателей качества автокомпонентов в производстве, процедура оценки потребителем возможностей поставщика автокомпонентов.

Задачи исследования:

1. Проанализировать содержание информации, необходимой для управления величиной единичного показателя качества автокомпонента (КПК), и разработать метод информационно-технологического сопровождения качества автокомпонентов (ИТСК).

2. Разработать процесс подготовки и использования ИТСК, структуру и формы документооборота, применить в условиях действующих предприятий.

3. Разработать алгоритм объективной оценки возможностей поставщика автокомпонентов в рамках аудита со стороны головного завода (потребителя) с использованием разработанного ИТСК.

Соответствие паспорту специальности. Содержание диссертации соответствует пункту 2 «Стандартизация, метрологическое обеспечение, управление качеством и сертификация»; пункту 3 «Методы стандартизации и менеджмента (контроль, управление, обеспечение, повышение, планирование) качества объектов и услуг на различных стадиях жизненного цикла продукции» паспорта научной специальности 05.02.23 – «Стандартизация и управление качеством продукции» (технические науки).

Научная новизна.

1. Разработан метод информационно-технологического сопровождения качества автокомпонентов для уменьшения значимых отклонений показателей

качества автомобильных автокомпонентов в серийном производстве до требуемых величин с первой попытки, а также для прослеживания информации на всех этапах проекта подготовки производства и выпуска автокомпонента, отличающийся углубленной проработкой факторов изменчивости процессов производства.

2. Систематизирован комплекс контрольных характеристик технологического перехода (КХТП):

- показатели точности модулей оборудования и оснастки,
- параметры наладки на выполнение технологического перехода,
- характеристики, действующие непосредственно в самом процессе взаимодействия в технологическом переходе

для оперативного вычленения их вклада в отклонения значения КПК автокомпонента.

3. На основе ИТСК разработан алгоритм оценки потребителем возможности поставщика автокомпонента обеспечить качество поставок, направленный на повышение степени адекватности оценки при максимальной оперативности и минимальной трудоёмкости проверки (аудита).

Теоретическое значение результатов работы заключается в том, что метод ИТСК раскрывает роль информации для выполнения требований потребителя и улучшений процессов, является существенным вкладом в теоретическое обоснование механизмов управления качеством продукции автомобилестроения.

Практическое значение результатов работы заключается в том, что содержащиеся в ней теоретические положения, выводы и рекомендации создают систему для повышения результативности СМК машиностроительных предприятий, а именно - обеспечивают обоснованное принятие решения потребителем о номинировании поставщика на основе адекватной оценки возможности управлять качеством планируемого к поставке продукта; определяют при подготовке производства перечень контрольных характеристик технологических переходов для разработки планов реагирования на отклонения КПК.

Сформирован типовой документооборот ИТСК, обеспечивающий прослеживаемость информации на всех этапах подготовки производства и серийного выпуска нового автокомпонента.

Обосновано содержание документированного комплекса информации для управления ключевым показателем качества автокомпонента на рабочем месте и представления объективных данных для одобрения производства потребителем, встроенного в стандартизованную систему отечественной технологической документации.

Результаты диссертационной работы были применены на предприятиях-поставщиках автомобильных компонентов на российские автосборочные заводы: ООО «КОМ-Проект», ЗАО «Седан», АО «КАМЭЖ» г. Набережные Челны в форме документированных процедур управления качеством автокомпонентов, а также при повышении квалификации руководителей подразделений и

специалистов по управлению качеством продукции производителей автокомпонентов в Набережночелнинском институте (филиал) ФГАОУ ВО КФУ.

Методы исследования, обоснованность, достоверность. Анализ трудов отечественных и зарубежных ведущих ученых по проблемам управления качеством в производстве, методология процессного подхода, методики ISO/TS 16949:2009 (FMEA, SPC, MSA, APQP), эмпирические, математические модели процесса резания, статистические методы управления.

Обоснованность применяемых методов подтверждается научными трудами ученых, применением на предприятиях в машиностроительной отрасли; обсуждением результатов исследования на международных научно-практических конференциях, проведенных в 2012-2017 гг. в Москве, Казани, Томске, Саратове Владивостоке, Липецке, а также публикациях результатов исследования в рецензируемых научных изданиях и научных публикациях.

Достоверность научных результатов и выводов подтверждается объемом анализа литературных источников, действующей отечественной технологической документацией и практической реализацией результатов работы в деятельности предприятий автомобилестроения, что подтверждается актами об использовании результатов работы.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Метод информационно-технологического сопровождения качества автокомпонентов.

2. Структурированный комплекс ключевых контрольных характеристик технологического перехода для вычленения их вклада в отклонение КПК и ранжирования по значимости.

3. Состав документированной информации для управления ключевым показателем качества автокомпонента.

4. Алгоритм оценки потребителем возможности поставщика автокомпонентов обеспечить качество поставок.

Личный вклад соискателя. Все выносимые на защиту научные результаты получены соискателем лично. В работах, опубликованных в соавторстве, лично соискателем выполнено следующее: в /1, 2, 4, 5, 6, 7, 13/ – исследованы проблемы информационного сопровождения управления качеством АК, влияющих на результативность управления качеством на рабочих местах производства АК; /1, 4/ – определен базовый единичный процесс формирования КПК – технологический переход; /1, 2, 4, 5, 13/ – сформирована структура и состав документированной информации для управления КПК автокомпонента в APQP-проекте; /2, 4, 13/ – разработан структурированный комплекс КХТП; /1, 2, 4, 5, 6/ – разработан процесс подготовки информационного сопровождения для управления КПК автокомпонента в APQP-проекте; /5/ – разработан алгоритм оценки потребителем возможности поставщика автокомпонентов обеспечить качество поставок, цели, области, критерии аудита потребителя; /5, 6, 7/ – разработана карта потока технологических маршрутов ЖЦ АК и прослеживание КПК по ЖЦ АК; /6/ – определен критерий результативности процесса – уменьшение величины отклонения КПК с первой попытки путем выбора наиболее

результативного варианта коррекции величин значимых составляющих характеристик процесса; /13/ – разработан метод ИТСК, определение ИТСК, требования к ИТСК.

Апробация работы.

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались на 9 научных и научно-практических конференциях: «Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее», (Всероссийская) – г. Томск, 2012 г.; «Инновационные преобразования в производственной сфере», (Международная) – г. Казань, 2012 г.; «Прогрессивные методы обеспечения работоспособности транспортно-технологических средств, организации автотранспортных услуг и дизайна современных автомобилей», (международная) – г. Саратов, 2013 г.; «Управление качеством», (Всероссийская) – г. Москва, МГТУ МАТИ, 2013 г., 2014 г., 2015 г.; «Управление качеством», (Международная) – г. Москва, МАИ, 2016 г., 2017 г.; «Современные технологии и развитие политехнического образования» г. Владивосток, – ДФУ, 2016 г.; «Проблемы и перспективы развития машиностроения» (Международная) – г. Липецк, ЛГУ, 2016 г.

Диссертация в полном объеме обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Управление качеством и сертификация» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (г. Москва, 2017 г.).

Публикации.

Основные результаты работы представлены в 14 научных публикациях, в том числе в 6 ведущих рецензируемых журналах, определенных Высшей аттестационной комиссией РФ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, четырех приложений. Работа содержит 130 страниц машинописного текста, 13 таблиц, 31 рисунок, список литературы из 182 наименований. Общий объем работы составляет 188 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, степень разработанности, определены объект и предмет исследования, сформулирована цель и задачи работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, положения, выносимые на защиту, степень достоверности, апробация результатов.

В первой главе проведен анализ требований к содержанию информации СМК предприятий автомобильной промышленности по ISO/TS 16949:2009; особенности информации для обеспечения качества в условиях административной экономики, вопросов обеспечения информацией современного отечественного производства автомобильных автокомпонентов.

Согласно ISO/TS 16949:2009 поставщик должен подтверждать не только способность процессов выпускать качественную продукцию, но и качество управления полным жизненным циклом проекта разработки, подготовки производства и выпуска автокомпонентов (APQP), обязан осуществлять анализ

последствий потенциальных дефектов (FMEA). Для управления качеством КПК проводить оценку приемлемости измерительных процессов (MSA), статистическое управление качеством (SPC), а также получить одобрение своего производства головным заводом (потребителем) на основе комплекта документов РРАР. Все эти функции должны быть под управлением межфункциональной APQP-команды специалистов. Комплекс информации должен обеспечить предупреждение потенциальных проблем в серийном производстве при минимальных затратах времени и ресурсов на поддержание стабильности процессов.

Участникам межфункциональной APQP-команды необходимо предоставить исчерпывающий комплекс требований и документированные данные по всем этапам жизненного цикла автокомпонента, а головному заводу (потребителю) – необходимые данные для адекватного и максимально эффективного аудита продукции и процессов производителя автокомпонентов. В нашей литературе вопрос обеспечения информацией APQP-команды до сих пор никем не рассматривался.

Первичным источником информации для обеспечения качества на отечественных предприятиях остается стандартизованный комплект технологической документации, созданный в рамках системы Ф. Тейлора. В нем излагается содержание одного отдельно взятого технологического маршрута на этапе производства (литье, штамповка, формообразование, окраска и т.д.). Процессы производства изделий и их компонентов структурированы на технологические маршруты, операции, технологические переходы. В технологических картах изложена последовательность процессов, требования к качеству продукции, параметры технологических режимов. Наличие стандартизованной документации является обязательным требованием Министерства обороны РФ. Поэтому она должна остаться основным носителем представления информации для управления качеством.

Однако, основным критерием качества документов было их соответствие стандартам, методом оценки качества документов был нормоконтроль – проверка соответствия правилам оформления, а не объективной оценки степени адекватности описания технологического процесса. Не предусматривалось представление информации о причинах потенциальных дефектов и необходимых действиях по обеспечению качества автокомпонентов в изменяющейся производственной обстановке. Не разрабатывались в ходе технологического проектирования и процедуры управления значениями показателей качества. Наконец, поток процессов ЖЦ автокомпонента не рассматривался как единое целое. Поэтому прямое применение стандартизованной технологической документации не позволит результативно и эффективно улучшать качество.

На основании данных литературного обзора сформулированы задачи работы.

Во второй главе проанализирована потребность в информации для регулирования величины ключевого показателя автокомпонента с первой

попытки и разработан метод формирования информационно-технологического сопровождения качества автокомпонентов.

Отправной точкой является положение о том, что каждый показатель качества автокомпонента формируется в соответствующем технологическом переходе в процессе взаимодействия исходного ресурса и обрабатывающего инструмента. Регулирование его величины осуществляется путем изменения наиболее значимой ключевой контрольной характеристики процесса. Улучшение качества в идеале должно осуществляться с первой попытки. Поэтому при разработке требований к условиям выполнения технологического перехода необходимо добавить также полный комплекс КХТП. Важно, чтобы система КХТП была единой для любых технологических переходов и соответствовала иерархической структуре операции. Для облегчения этой задачи их совокупность впервые систематизирована следующим образом:

1. Показатели точности модулей оборудования и оснастки, а также их значимые для соответствующих КПК технические характеристики (параллельность траверс литейной машины, биение шпинделя токарного станка, точность позиционирования стола агрегатного станка и др.). Их придется определять путем планового периодического диагностирования. При необходимости учета изменения во времени можно прогнозировать по известным эмпирическим зависимостям в течение циклов диагностирования.

2. Параметры наладки на выполнение технологического перехода (настроечный размер инструмента, характеристики шлифовального круга, уровень давления в азотном аккумуляторе литейной машины и т.д.). Часть из них можно считать неизменными, а часть – рассчитывать по определенному закону в течение наладочного цикла.

3. Характеристики, действующие непосредственно в ходе процесса взаимодействия в технологическом переходе. Например, при формообразовании происходит изнашивание формообразующего элемента инструмента и деформации под действием силы резания. Они могут быть рассчитаны по известным эмпирическим моделям в зависимости от режимов (скорости, подачи), состава и расхода смазочно-охлаждающей жидкости, геометрии инструмента. В некоторых технологиях к ним придется добавить также показатели внешней среды (так, на пористость отливок может влиять влажность воздуха на участке литья под давлением) и другие очевидно значимые условия.

Систематизация КХТП дает возможность для каждой из них оперативно назначить адекватный план реагирования.

Если же при подготовке информационного сопровождения допущена хотя бы одна значительная ошибка или упущение, то действие по устранению значимого отклонения не будет успешным. В этом случае для планирования результативных корректирующих мероприятий вначале придется определить тот этап APQP-процесса и те конкретные процедуры, где она могла быть допущена, выявлять самую ошибку, устранять причины её появления. А после этого придется еще скорректировать информацию в последующих процедурах с обязательной регистрацией изменений (рисунок 1).



Рисунок 1 – Общая схема прохождения информации для управления циклом APQR-проекта и поиска вариантов улучшений.

Для переходов формообразования деталей на станках величина измеренного отклонения КПК рассматривается как суммарный результат процессов воздействия всех без исключения факторов технологической системы, действовавших именно в тех точках, где было проведено измерение КПК.

В общем случае его следует представить в следующем виде:

$$\Delta \text{КПК}_{\text{изм.}i} = \sum_1^k \delta_{\text{обор.}b} + \sum_1^m \delta_{\text{налад.}j} + \sum_1^n \delta_{\text{проц.}l} , \quad (1)$$

где $\Delta \text{КПК}_{\text{изм.}i}$ – значение отклонения КПК i -того АК.

$\sum_1^k \delta_{\text{обор.}b}$ – геометрическая сумма составляющих отклонений, вызванных k погрешностями оборудования и оснастки, выявленные путем диагностирования.

$\sum_1^m \delta_{\text{налад.}j}$ – геометрическая сумма m измеренных составляющих погрешностей наладки.

$\sum_1^n \delta_{\text{проц.}l}$ – геометрическая сумма составляющих отклонений КПК, вызванных действием n контрольных характеристик в процессе создания АК. Их величины придется получать путем расчета по наработанным эмпирическим моделям.

Чтобы гарантировать требуемую степень его уменьшения, требуется по возможности более точно определить структуру измеренного отклонения КПК, используя данные идентификации станочной составляющей измеренного отклонения в цикле диагностирования и составляющей показателя качества в наладочном цикле, а также результаты расчета всех составляющих отклонения. Далее производится выбор наиболее результативного варианта коррекции.

В работе представлено вычленение вклада комплекса ключевых контрольных характеристик на примере технологического перехода формообразования радиуса сферической поверхности $80,4 \pm 0,03$ мм детали «Чашка дифференциала». Приведен пример использования эмпирических моделей расчета наиболее значимых составляющих отклонения радиуса, возникающих в процессе механической обработки.

Каждая партия обрабатываемых заготовок отличается собственной изменчивостью размеров и твердости. На обработку заготовки различной твердости и диаметра поступают в случайном порядке. Характеристики нормального распределения (среднее значение \bar{x} и среднее квадратичное отклонение σ_x) в объеме партии N штук определяются экспериментально. Далее, весь диапазон распределения характеристики следует разбить на интервалы, в которых её значение можно считать постоянным (ширину интервала можно принять, например, равной цене деления средства измерения).

Одним из факторов, влияющих на значение приращения радиуса измеряемой i -той детали $\delta r_{\text{изн.}i}$ мкм, является размерный износ формообразующего элемента резца:

$$\delta r_{\text{изн.}i} = tg\alpha \cdot \left(\sum_1^i \delta h_{zi} \right) , \quad (2)$$

где δh_{zi} – приращение величины износа инструмента, мкм; α – задний угол резца, градус.

Исходная эмпирическая зависимость («скорость-стойкость»), м/мин, для расчета износа:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot S^x \cdot t^y} \cdot K_{HB} \cdot K_{сож} , \quad (3)$$

где $C_V, m, x, y, K_{HB}, K_{сож}$ – эмпирические константы; T – период стойкости резца (до величины затупления по задней поверхности $[h_z]_{\text{опт.}}$), мин; S – подача, мм/об; t – номинальная величина припуска на заготовке, мм.

Интенсивность изнашивания инструмента при обработке детали:

$$I_{h_z} = \frac{[h_z]}{T} , \quad (4)$$

где $[h_z]$ принятый критерий затупления инструмента, мкм;

После преобразования (3) расчетное приращение величины износа по задней поверхности инструмента при обработке каждой i – той детали составит:

$$\delta h_{zi} = \frac{[h_z]_{\text{опт.}}}{\left(\frac{C_V \cdot K_{сож}}{V \cdot S^x \cdot t^y} \cdot K_{HB_i} \right)^{1/m}} \cdot T_{\text{рез } i} , \quad (5)$$

где: $T_{\text{рез}}$ – время резания при обработке i –той детали, мин.

Приращение отклонения радиуса на i –той детали $\delta r_{\text{изн.}i}$, мкм, от износа инструмента (2) с учетом (5) составит:

$$\delta r_{\text{изн.}i} = tg\alpha \cdot \left(\sum_1^i \frac{[h_z]_{\text{опт.}}}{\left(\frac{C_V \cdot K_{сож}}{V \cdot S^x \cdot t^y} \cdot K_{HB_i} \right)^{1/m}} \cdot T_{\text{рез } i} \right) , \quad (6)$$

Схема постепенного уменьшения величины радиуса при обработке заготовок с разными характеристиками, выдаваемыми на обработку в случайном порядке, показана на рисунке 2.

В заводских условиях подтвердилось, что при отсутствии значимых станочных погрешностей и стабильной наладке в данном технологическом переходе преобладает только одна причина изменчивости радиуса – износ инструмента.

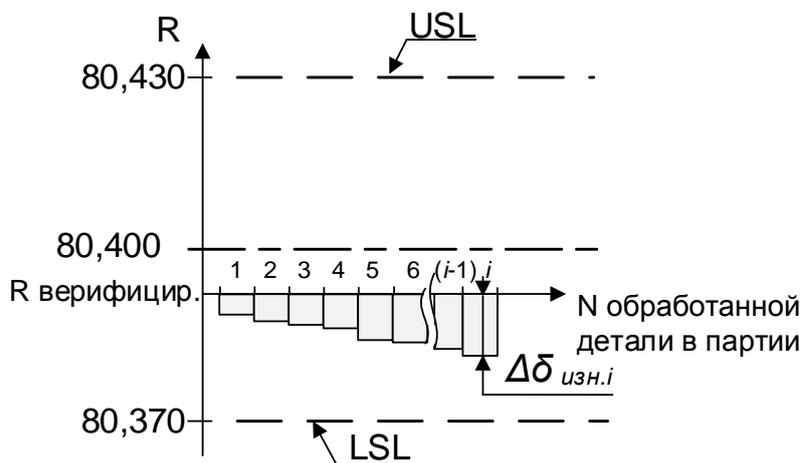


Рисунок 2 – Идентификация приращения отклонения при обработке партии заготовок вследствие радиального износа инструмента ($\Delta\delta_{изн.i}$ – приращение радиуса i – той детали от износа инструмента, $R_{верифицир.}$ – значение наладочного размера на выполнения технологического перехода)

При действии в технологическом переходе четырех и более значимых факторов целесообразно построить диаграмму Парето и диаграмму накопленных сумм этих составляющих, чтобы сразу выделить наиболее действенные факторы, то есть затратить минимум времени на планирование результативных корректирующих действий.

Предложена форма контрольного листа для сбора данных измерения текущему плану управления ключевым показателем качества и регистрации фактических условий процесса обработки.

Изложенный подход к регулированию КХТП в ходе реализации APQR-проекта позволяет решать две группы задач:

- Прямая (проектная). Уже на стадии разработки операций возможно прогнозирование величины суммарного отклонения показателя качества АК в цикле смены инструмента, а также детальная проработка планов реагирования.
- Обратная (аналитическая). Принятие решения об уменьшении значения отклонений ключевых показателей качества АК путем изменения величины наиболее значимых составляющих характеристик процесса.

Обосновано положение о том, что прежнюю технологическую документацию следует заменить на комплекс «информационно-технологического сопровождения качества автокомпонента» (ИТСК):

- система документированных требований, данных измерений, параметров эмпирических зависимостей процессов взаимодействия, обеспечивающих снижение выявленных значимых отклонений всех ключевых показателей качества АК с первой попытки, а также прослеживаемость информации в ходе выполнения всех видов работ на этапах проекта подготовки производства, выпуска и поставок автокомпонента.

Сформулированы базовые требования к информационно-технологическому сопровождению качества автокомпонентов для результативного управления качеством:

- Полнота и доступность понимания содержания процессов на этапах ЖЦ АК всеми членами межфункциональной команды;

- Выявление, ранжирование значимости и предупреждение потенциальных проблем по любому показателю качества АК, а при необходимости - по ключевой контрольной характеристике.

- Идентичность информации и действий на каждом рабочем месте изготовления автокомпонента и содержания документации в комплекте РРАР.

- Максимально оперативное планирование результативных корректирующих и предупреждающих действий.

При этом само информационно-технологическое сопровождение качества автокомпонентов должно соответствовать:

- внутренним стандартам поставщика;

- требованиям ГОСТ Р ИСО 16949-2009;

- требованиям к документации комплекта РРАР;

- требованиям ГОСТ РВ 0015-002-2012 (в случае поставок автокомпонентов для изделий оборонного назначения). Именно в силу данного условия ИТСК исключительно важно строить на привычных российским специалистам стандартизованных формах технологических карт.

В третьей главе выполнена формализация содержания ИТСК по этапам APQP-проекта в увязке с процедурами технологической подготовки производства. На каждой её стадии к стандартным процедурам разработки требований предложено дополнительно разработать требования, необходимые для снижения отклонений ключевых показателей качества автокомпонента.

В начале проекта предложено ввести разработку документированной схемы потока технологических маршрутов на всех этапах жизненного цикла автокомпонента, чтобы все участники команды управления APQP-проектом могли единым образом представлять ЖЦ АК и получить адекватные результаты FMEA.

На стадии разработки технологического маршрута должна быть произведена идентификация КПК в технологической маршрутной карте по потоку операций. В ходе проектирования операции (потока технологических переходов) необходимо разработать методики измерения каждого КПК, контрольные листы (КЛ) MSA, SPC. По возможности методика должна помочь вычленить вклад в отклонение каждой контрольной характеристики. При необходимости разработать методики измерений ключевых контрольных характеристик (ККХ) и

соответствующие контрольные листы. Для того чтобы специалист мог максимально сосредоточиться на проработке и ранжировании комплекса ККХ, планов реагирования, предупреждения потенциальных потерь цикл разработки отдельного технологического перехода предложено выделить в самостоятельную процедуру. Согласно требованиям ISO/TS 16949:2009, должны быть разработаны рабочие инструкции; предложено разрабатывать их с учетом содержания ИТСК, оформлять в качестве приложений к операционной карте и унифицировать их структуру:

- действия по обеспечению безопасности на рабочем месте;
- содержание процесса подготовки к работе, обеспечивающее максимальную производительность и минимальный расход ресурсов;
- порядок действий по обеспечению качества автокомпонента в процессе операции, включая планы реагирования на значимые отклонения КПК и визуализацию примеров несоответствий;
- действия по завершению работы.

При окончательной подготовке производства (на IV этапе APQP-проекта) должна быть выполнена полная верификация разработки процессов по плану управления установочной партией АК. Конкретизированы требования к его содержанию, включая регистрацию фактических данных по контрольным характеристикам оборудования, наладки и процесса. По результатам верификации подготовки производства комплект документов для одобрения производства PPAP может быть подготовлен в автоматическом режиме.

Таким образом, разработка ИТСК не нарушает структуру привычной процедуры технологического проектирования и в тоже время обеспечивает выполнение требований ISO/TS 16949:2009 (рисунок 3).

В ходе серийного производства (на V этапе APQP-проекта) ИТСК АК обеспечивает управление процессами. Согласно планам управления ведутся записи данных мониторинга, регистрируются записи в контрольных листах, а также результаты их анализа, результаты действий по улучшению. При необходимости осуществляется актуализация документов.

Общая схема документооборота и информации на этапах APQP-проекта представлена на рисунке 4.

В главе представлено также содержание комплекса новых документов, содержащих дополнительную информацию для управления качеством автокомпонентов.

Механизм подготовки ИТСК и обеспечения информацией процессов управления качеством автокомпонента в технологическом переходе представлен на рисунке 5.

В четвертой главе разработан алгоритм оценки потребителем (головным автосборочным заводом) возможностей поставщика автокомпонентов с использованием методики аудита на основе информационно-технологического сопровождения.

В настоящее время преобладает оценка поставщика путем аудита со стороны органа по сертификации. Но анализ потребителем одного только

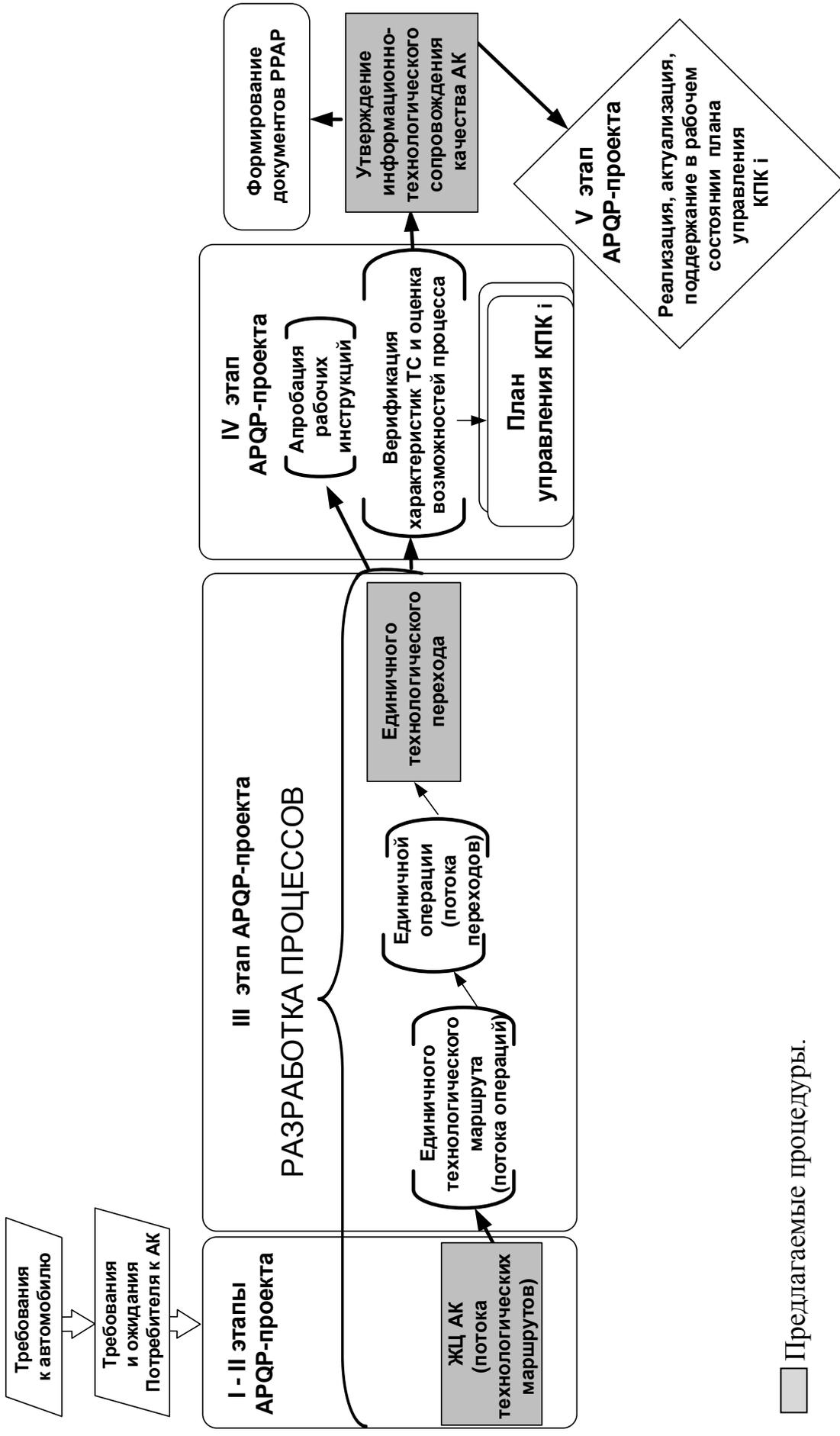
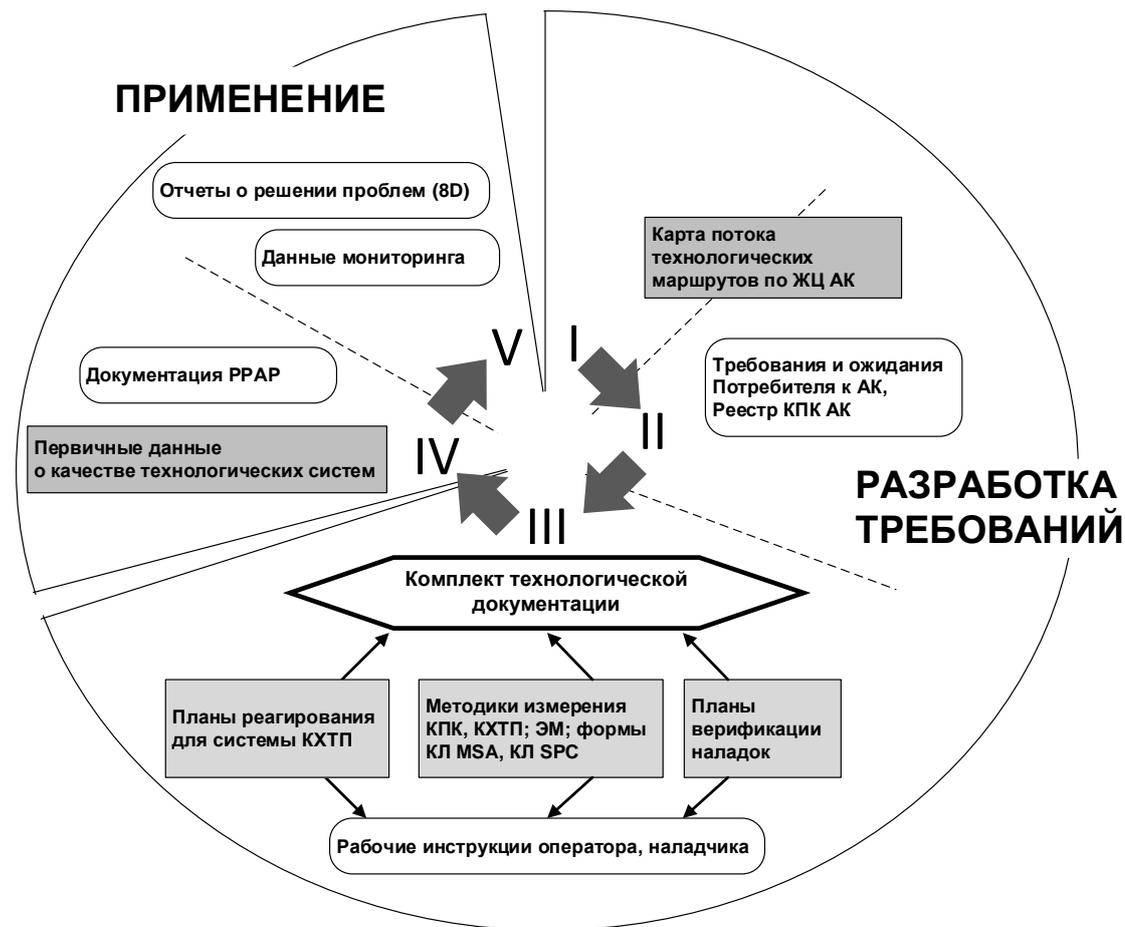


Рисунок 3 – Структурная схема информационно-технологического сопровождения качества автокомпонента в проекте ARQR (ЖЦ – жизненный цикл, АК – автокомпонент, ТС – технологическая система, КПК – ключевой показатель качества)



- Документы и данные по требованиям ISO/TS 16949:2009
- Отечественные стандартизованные документы
- Предлагаемые дополнительные документы и данные

Рисунок 4 – Документооборот информационно-технологического сопровождения качества автокомпонента в цикле APQP-проекта (ЖЦ – жизненный цикл; КПК – ключевой показателей качества; КХТП – контрольные характеристики технологических переходов; ЭМ – эмпирические модели процессов; КЛ – контрольные листы; АК – автокомпонент)

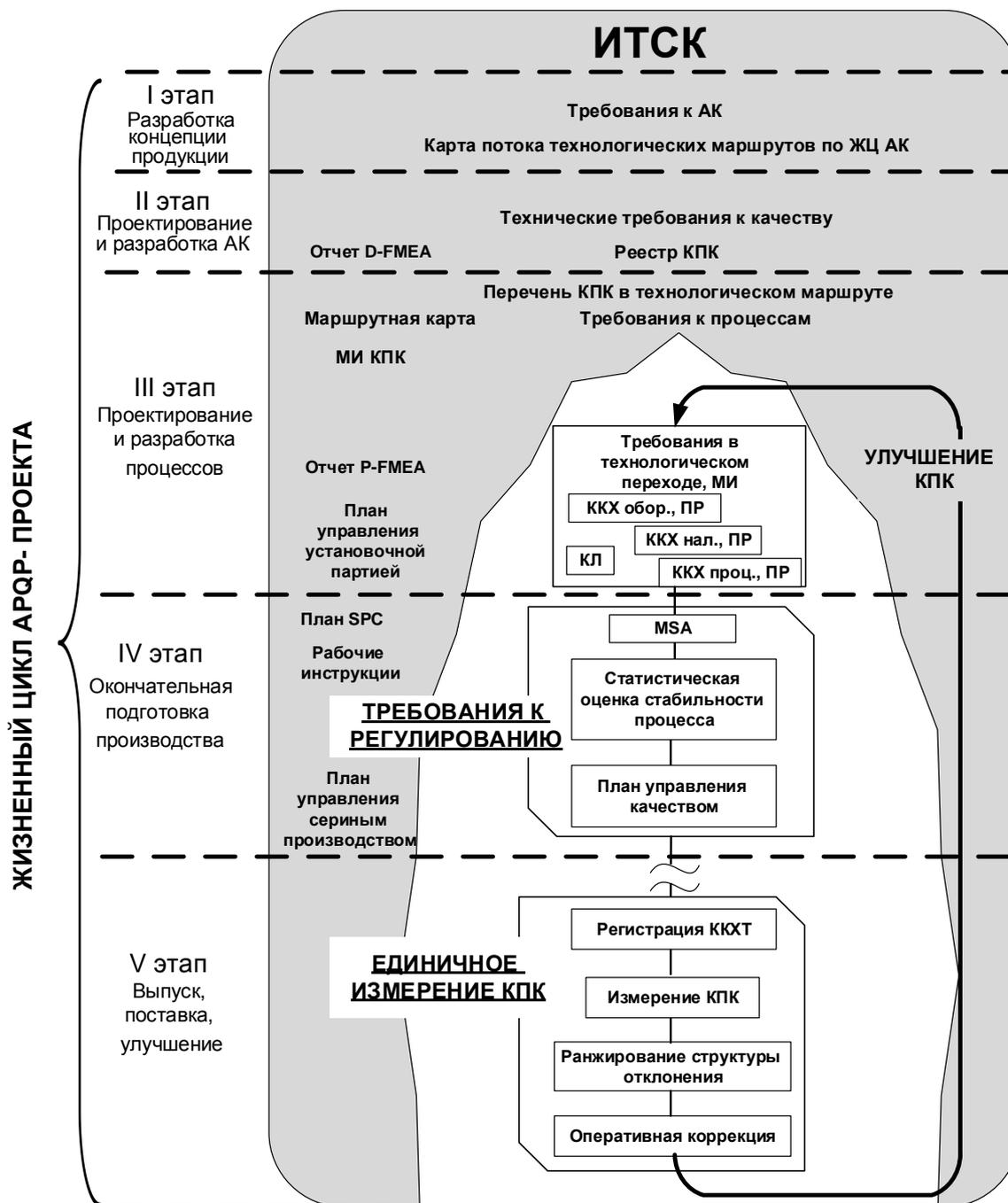


Рисунок 5 – Механизм подготовки ИТСК и обеспечения информацией процессов управления качеством автокомпонента в технологическом переходе (ЖЦ – жизненный цикл, МИ – методика измерения, ККХ – ключевые контрольные характеристики, КЛ – контрольные листы, ККХТ – ключевые контрольные характеристики технологического перехода, ПР – планы реагирования, КПК – ключевой показатель качества автокомпонента)

комплекта РРАР также недостаточно для адекватной оценки возможностей поставщика автокомпонентов. Содержание внутренней документации поставщика, а также её применение для управления остается потребителю неизвестным. Приведено сопоставление основных требований к аудиту со стороны органа по сертификации и заказчика. Показано, что орган по сертификации вынужден оценивать, в первую очередь, соответствие СМК требованиям стандарта. При этом он оценивает СМК организации в целом, а для потребителя важно получить уверенность о возможностях поставщика осуществлять качественные поставки конкретного АК. Компетентность аудиторов потребителя определяется, прежде всего, глубоким знанием предметной области работ на этапах APQP-проекта по конкретным автокомпонентам. Поэтому аудит должны проводить только ведущие специалисты: конструкторы и технологи. Поскольку это не их профильная деятельность, аудит должен быть оперативным. потребитель не может затрачивать лишние средства и ресурсы.

Для организации аудита наиболее важным признаком поставщика является его возможность самостоятельно выполнять работы на этапах APQP-проекта. Этот фактор определяет область аудита. В зависимости от этого может потребоваться проверка процессов на четырех этапах проекта, а в ряде случаев достаточно оценки только серийного производства. Также выделены ситуации планирования аудитов.

Область аудита потребителем конкретизирована в пределах конкретного APQP-проекта. Первичной процедурой аудита предлагается считать анализ РРАР, а основным результатом – одобренное производство. Комплекс критериев аудита должен обеспечивать достижение целей аудита и уверенности потребителя в объективной оценке и одобрении производства поставщика. Общие критерии аудита РРАР предложены следующие (рисунок 6):

1) На первой стадии проверки – соответствие информации в РРАР требованиям:

- ISO/TS 16949:2009;
- ГОСТ Р 51814.4-2004;
- самого потребителя.

2) На второй стадии – соответствие внутренней документации поставщика содержанию документов комплекта РРАР.

3) На третьей стадии – соответствие содержания процессов и фактических результатов деятельности на рабочих местах производства поставщика требованиям его внутренней документации.

Процедуру аудита потребитель вправе применять также для совместного планирования улучшений. Общий алгоритм представлен на рисунке 6.

Кроме того, в главе приведена сводная информация о применении результатов работы в условиях действующих предприятий.

В заключении изложены основные результаты и выводы исследования, подтверждающие положения, выносимые на защиту, определены перспективы дальнейшего изучения проблемы.



Рисунок 6 – Общая схема алгоритма оценки возможностей поставщика автокомпонентов

ИТОГИ ВЫПОЛНЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ, ОБЩИЕ ВЫВОДЫ РАБОТЫ

В работе решена новая научная задача формирования комплекса информации для уменьшения значимых отклонений показателей качества автомобильных автокомпонентов до требуемых величин с первой попытки на всех этапах проекта подготовки производства и выпуска автомобильных компонентов, а также для объективной оценки производства изготовителя автомобильных компонентов со стороны потребителя.

1. Разработана усовершенствованная система менеджмента качества производителя автомобильных компонентов с применением метода информационно-технологического сопровождения качества автокомпонентов, заключающегося в выборе и применении дополнительных данных (документированной информации) в жизненном цикле APQP-проекта.

2. Сформулировано определение и разработан метод информационно-технологического сопровождения качества автокомпонентов для управления единичными ключевыми показателями качества автокомпонентов, обеспечивающий прослеживание информации в полном жизненном цикле проекта подготовки производства и выпуска автокомпонента.

3. Выделен базовый единичный процесс формирования ключевого показателя качества автокомпонентов (технологический переход) и систематизирован комплекс его контрольных характеристик, обеспечивающий в измеренных отклонениях КПК вычленение составляющих и выбор наиболее результативного варианта коррекции для снижения отклонения КПК в действующем производстве.

4. Разработан комплекс форм документов, необходимых дополнений в стандартизованные формы документов ЕСТД и записей информационно-технологического сопровождения качества автокомпонентов, обеспечивающий требования прослеживаемости информации в серийном производстве автокомпонентов, обеспечивающий полноту и единство комплекса информации как для управления ключевым показателем качества автокомпонента на рабочем месте, так и для одобрения производства потребителем.

5. Предложено разработать карту потока технологических маршрутов по жизненному циклу автокомпонента для систематизации информации необходимой специалистам межфункциональной команды поставщика.

6. Предложен алгоритм объективной оценки потребителем возможности поставщика автокомпонентов обеспечить качество поставок при значимых изменениях в производстве поставщика с использованием информационно-технологического сопровождения качества автокомпонентов, позволяющий осуществить адекватную оценку потребителем (головным заводом) при максимальной оперативности и минимальных затратах на её проведение.

7. Разработаны документированные процедуры для планирования разработки, апробации, применения информационно-технологического сопровождения качества автокомпонентов на предприятиях-поставщиках автокомпонентов на российские автосборочные предприятия: ООО «КОМ-Проект», ЗАО «Седан», АО «КАМЭЖ», обеспечивающие существенное сокращение ошибок и упущений при подготовке производства и предупреждение

потенциальных потерь в серийном производстве, что позволяет поддерживать статус «Надежный поставщик».

8. Разработаны учебные материалы для повышения квалификации руководителей подразделений и специалистов по управлению качеством продукции производителей автокомпонентов в Набережночелнинском институте (филиал) ФГАОУ ВО КФУ.

Научные и практические результаты диссертационного исследования рекомендуется применять на стадии подготовки производства новой продукции на предприятиях машиностроительной отрасли.

Перспективой дальнейшей разработки темы диссертации является разработка системного программного продукта для выполнения проектов подготовки производства и управления APQP-проектом.

СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Научные работы в рецензируемых научных журналах и изданиях:

1. Касьянов С. В., Биктимирова Г. Ф. Технологическая документация как основа конкурентоспособности производителя автокомпонентов на мировом рынке // Автомобильная промышленность, №6, 2013. – С. 30-33.

2. Касьянов С. В., Биктимирова Г. Ф. Формирование PPAP по ISO/TS 16949:2009 в процессе технологического проектирования // Сертификация, №4, 2013. – С. 31-38.

3. Биктимирова Г. Ф. Применение FMEA для развития конкурентоспособности производителя автокомпонентов // Вестник СГТУ-г. Саратов: Саратовский государственный университет, № 2 (71) Выпуск 2. – 2013 – С. 148-151.

4. Касьянов С. В., Биктимирова Г. Ф. Технологический переход как ключевой процесс управления качеством продукции в соответствии с ИСО/ТС 16949:2009 // Автомобильная промышленность, №3, 2014. – С. 27-29.

5. Касьянов С. В., Биктимирова Г. Ф. Методика результативного аудита поставщика автокомпонента потребителем // Сертификация, №3, 2014. – С. 36-40.

6. Васильев В. А., Биктимирова Г. Ф. Информационное обеспечение для управления качеством автокомпонентов // Качество. Инновации. Образование, №8, 2015. - С. 24-28.

Научные работы в других изданиях:

7. Биктимирова Г. Ф., Алексеева О. В., Константинова А. А. Процесс информационного обеспечения для разработки плана управления производства автокомпонентов // сборник научных трудов I Всероссийской конференции «Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее» (8-11 октября 2012 года), в 3 т. Т2. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. - С. 27-29.

8. Биктимирова Г. Ф. Информационное обеспечение инновационного менеджмента // Инновационные преобразования в производственной сфере: сборник материалов ежегодной международной научной конференции (28-30 ноября 2012 года), Казань [Электронный ресурс] / под ред. А.Р. Раджабовой. – Вып. 1. – Киров: МЦНИП, 2012. – С. 48-53.

9. Биктимирова Г. Ф. Заводская технологическая документация – фундамент конкурентоспособности предприятия // Сб. материалов 12-й Всероссийской научно- практической конференции «Управление качеством» (12-13 марта 2013 года) / ФГБОУ ВО «МАТИ - Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского» -М.: МАТИ, 2013. – С. 58-60.

10. Биктимирова Г. Ф. Информационное обеспечение одобрения производства автокомпонентов // Сб. материалов 13-й Международной научно-практической конференции «Управление качеством» (12-13 марта 2014 года) / ФГБОУ ВО «МАТИ - Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского» -М.: ПРОБЕЛ-2000, МАТИ, 2014. – С. 52-53.

11. Биктимирова Г. Ф. Формирование информационного обеспечения в APQP- процессе для повышения результативности управления процессом изготовления автокомпонента // Сб. материалов 14-й Всероссийской научно-практической конференции «Управление качеством» (11-12 марта 2015 года) / ФГБОУ ВО «МАТИ - Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского» - М.: МАТИ, 2015. – С. 104-107.

12. Биктимирова Г. Ф. Информационно - технологическое сопровождение производства автокомпонентов мирового уровня качества // Сб. материалов 15-й Всероссийской научно- практической конференции «Управление качеством» / ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (10-11 марта 2016 года) - М.: МАИ, 2016. – С. 111-114.

13. Биктимирова Г. Ф., Мартюгин В.С. Современное информационное сопровождение для управления качеством на российских машиностроительных предприятиях // Сб. научных трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию Липецкого государственного технического университета «Проблемы и перспективы развития машиностроения» (17-18 ноября 2016 года). В 2-х частях. Часть 2, г. Липецк: Издательство ЛГТУ, 2016 - С. 146-149.

14. Биктимирова Г. Ф. От альтернативного контроля качества к результативному управлению качеством автомобильных компонентов // Сборник материалов Шестнадцатой Международной научно-практической конференции «Управление качеством», (14-15 марта 2017 года) / ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)». – М. : МАИ, 2017. – С. 84-88.

Подписано в печать

Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.

Бумага офсетная. Печ. л. 1,0. Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 130 экз. Заказ Бесплатно.

Издательство Брянского государственного технического университета

241035, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7.

Подразделение оперативной полиграфии БГТУ, ул. Институтская, 16.