

**ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ
СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА АВТОСБОРОЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**© 2021 Д.И. Благовещенский¹, Д.В. Айдаров², Н.В. Кудашева², В.Н. Козловский²¹ Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Тульской области», г. Тула, Россия² Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 02.03.2021

В статье представлены исследования проблемы цифровизации системы менеджмента качества автосборочного предприятия. Предложены направления развития процессов информатизации и цифровизации системы управления качеством в производстве.

Ключевые слова: управление качеством; автомобильная промышленность; цифровизация.

DOI: 10.37313/1990-5378-2021-23-2-57-65

Работа подготовлена при поддержке гранта Президента РФ НШ-2515.2020.8

Рассматривая практический опыт крупнейших отечественных автопроизводителей, в области создания и совершенствования системы менеджмента качества, можно прийти к вполне закономерному выводу о том, что национальные автопроизводители раньше других российских производителей озаботились и стали активно развивать системы менеджмента качества (СМК). Международные сертификаты соответствия по требованиям ISO 9001, у автопроизводителей стали появляться гораздо раньше, чем в других отраслях. Это логично и продиктовано тем, что крупные автопроизводители работают в условиях массового производства на высококонкурентном рынке, что заставляет их активно искать пути совершенствования продуктов и процессов [1 – 3]. СМК представляет собой мощный инструмент развития организации, которые реализуются по средством ориентирования на ключевые требования через системный и процессный аппарат управления.

Однако, в последние годы, инструмент СМК на отечественных предприятиях, так сказать начал терять опору. Причиной этому на наш взгляд является то, что высшее руководство компаний не всегда правильно понимает зашитый в СМК потенциал и ресурс для улучшений. Мы являемся свидетелями процесса, когда автопроизводители в угоду модных трендов циф-

ровизации, стали достаточно активно внедрять соответствующие инструменты на этапах жизненного цикла, но делают они это без учета первостепенной важности СМК и корпоративной службы качества [4]. При этом, естественно, не удается получить полный синергетический эффект от внедрения прогрессивных инструментов, просто потому, что важнейший инструмент управления предприятиями – служба качества, остаются в некоторой степени в стороне от процессов развития. Вот какой вывод, мы периодически наблюдаем на наших предприятиях: «Система менеджмента качества – на бумаге. Процессы дирекции (департамента) качества практически не затронуты автоматизацией, единая информационная среда отсутствует».

Как должна выглядеть модель цифровизации СМК? Данный вопрос не является простым, но можно попробовать найти ответ, через ключевые инструменты управления качеством, которые в массе своей уже нашли устойчивую практику применения на предприятиях отрасли (рисунк 1).

Исходя из анализа предложенной концептуальной модели, можно сделать заключение о том, что одним из возможных направлений цифровизации СМК, является процесс цифрового формирования соответствующих взаимосвязанных инструментов управления качеством используемых на этапах жизненного цикла продукции.

Обобщенный анализ проблем, препятствующих развитию процессов цифровизации на предприятиях отечественного автомобилестроения можно свести к классификатору по двум направлениям. Первое направление – отсутствует инструмент управления внутренними несоответствиями и корректирующими мероприятиями

Благовещенский Дмитрий Иванович, кандидат технических наук, доцент, директор ФБУ «Тульский ЦСМ»

Айдаров Дмитрий Васильевич, кандидат технических наук, доцент.

Кудашева Наталья Владимировна, младший научный сотрудник.

Козловский Владимир Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Теоретическая и общая электротехника». E-mail: Kozlovskiy-76@mail.ru



Рис. 1. Концептуальная модель по объектам цифровизации в рамках действующих СМК на автосборочных предприятиях

ми, который включает в себя: отсутствует взаимосвязь между дефектами и корректирующими мероприятиями по внутренним (производство) и внешним (эксплуатация) несоответствиям; основная работа в подразделениях в Excel, Word и не связана в единую базу и сеть; не сохраняется история по результатам решения проблем, связанных с качеством; отсутствует оперативная информация по статусу решения проблем, по результатам анализа по причинам, количеству, затратам, времени на устранение и т.д. Второе направление – отсутствует инструмент управления аудитами, которое включает в себя пункты: ручное управление всей документацией по аудиту (от планирования до отслеживания выполнения корректирующих мероприятий); большое количество печатных форм создаёт сложности в управлении аудитами; отсутствует взаимосвязь корректирующих мероприятий по результатам различных аудитов (аудит системы, технологических процессов, продукта, поставщиков).

Сегодня, одним из активно развивающихся рынков, является как раз рынок инструментов цифровизации. Проведем анализ возможностей предлагаемых на рынке, в настоящее время, программных решений по выделенной области проблем цифровизации национальных автопроизводителей (таблица 1).

В части развития подходов к управлению качеством в условиях цифровой трансформации производства, требуется увязать на математическом языке, используя инструменты статистики, вероятностного моделирования, логики и т.д., индексы реального производственного процесса с моделирующими его ключевыми индексами результативности, путем разработки и реализации комплексных моделей [5 – 7]. Такие комплексные модели, говоря современным языком, и образуют так называемые цифровые двойники. Создавая модели двойников продуктов и процессов, основанных на реальных

данных производственных процессов, можно формировать двойники первого уровня. Идеализируя модели первого уровня, путем исключения из них особых точек, связанных с проблемами исполнительской дисциплины, выхода из строя оборудования, недостаточной производственной культурой (шумы), можно получить модели или двойники второго уровня, которые мы предлагаем рассматривать в качестве комплексных целевых индексов качества. Как это показано на рисунке 2.

При математическом моделировании продукта (создании цифрового двойника), предлагается исходить из определения его наиболее важных технических характеристик, а также исходить из выделения ключевых конструктивных параметров (параметры входа процесса), которые наиболее существенным образом влияют на формирование самых важных технических характеристик продукта (параметры выхода процесса). Устанавливая математическую связь между ключевыми конструктивными параметрами и важными техническими характеристиками продукта, можно промоделировать процесс изменчивости, который свойственен производственным процессам, также без учета особых причин (рисунок 2). Это реализуется путем синтеза генератора случайных чисел в заданном законе распределения вероятности событий, свойственном конкретному производственному процессу. В этом случае удастся не только установить математическую связь между ключевым параметром и важной технической характеристикой объекта, но, что более важно, установить связь между изменчивостью входного ключевого параметра и изменчивостью выходной технической характеристики. И, в конечном счете, определить влияние такого изменения входного параметра на изменение выходного. На основании полученных моделей можно выстраивать цифровую систему управле-

Таблица 1. Анализ программных решений

№ п/п	Функциональные возможности	Продукт		
		CASQ-it (Boehme&Weihs)	SAP QM	Siemens QMS
1	2	3	4	5
Общий функционал				
1	Российская локализация всех компонентов системы	Полная локализация	Полная локализация	Частичная локализация
2	Возможность интеграции системы для автоматического сбора данных с измерительного оборудования	Поддержка интеграции со всеми современными электронными системами измерения	Частичная интеграция	Частичная интеграция
3	Понятность интерфейса	Система очень проста в освоении	Интерфейс очень сложен для понимания	Система требует специализированной подготовки
4	Удобство интерфейса	Работа с системой организована по принципу работы с браузером, что очень удобно.	Интерфейс перегружен информацией, работать в нем без практики неудобно	Интерфейс не слишком удобен, используются старые решения
5	Автор разработанного ПО	Собственник	Система приобретена у сторонней организации	Система приобретена у сторонней организации
6	Наличие WEB-клиента	Есть	Есть	Есть
7	Возможность адаптации интерфейса под нужды пользователей	В пределах прав доступа пользователь может сам настраивать свой интерфейс	Каждое изменение требует работы с разработчиками	На данный момент недоступно для пользователей
8	Интеграция с продуктами Microsoft	Есть	Ограниченная	Только с Outlook
9	Система прав доступа	Доступная для настройки система прав (ролей) с возможностью детализации до конкретного поля	Жесткая система прав. Очень сложно настраивается	Доступная система прав
10	Возможность интеграции с существующей ERP-системой (SAP)	Есть (сертифицированный партнер SAP)	Есть	Есть
11	Возможность прикреплять фото,	Есть	Есть в виде отдельного модуля	Есть

	видео и другие типы материалов к компонентам системы (например чертежи)			
12	Планирование качества продукта (APQP, FMEA, PPAP, MSA, технологическая документация, Администрирование Средств измерений)	Полный комплект	Отсутствует FMEA, MSA, PPAP	Отсутствует MSA анализ
13	Контроль качества изделий (Входной контроль, производственный контроль, выходной контроль, SPC, лабораторный контроль)	Полный комплект	Полный комплект	Полный комплект
14	Обеспечение качества (управление рекламациями, проблемами, гарантиями, аудитами, корректирующими мероприятиями, поставщиками)	Полный комплект	Полный комплект	Полный комплект
15	Постоянные улучшения (Анализ показателей качества, сводные таблицы, Парето анализ, визуализация методов обнаружения корневых причин несоответствий, анализ затрат на качество)	Полный комплект	Отсутствуют инструменты визуализации методов обнаружения корневых причин несоответствий, функционал анализа затрат на качество ограничен	Полный комплект, Функционал анализа затрат на качество ограничен
Сервисная поддержка и компетенция				
16	Русскоязычная сервисная поддержка	Есть	Есть	Нет
17	Обучение персонала	Обучение работе с одним компонентом занимает не больше двух дней. Имеются	Обучение занимает длительное время	Наличие квалифицированных русскоязычных специалистов для

ния качеством, через разработку и реализацию планов контроля качества, определения границ стабильности процесса, а, главное, можно применить в качестве целевого индекса качества интегральный показатель, в структуре которого отсутствуют шумы реального процесса. В цифровых системах, управляя через единый интегральный показатель, всегда есть возможность проведения его декомпозиции на образующие его единичные индексы качества. Далее, можно реализовать схему по оценке уже совокупного влияния всех входных ключевых параметров на выходную техническую характеристику.

Рассмотрим несколько ключевых прикладных элементов цифровизации автомобильного производства на примере внедрения технологии фирмы Siemens. При внедрении программных продуктов SIMATIC IT MOM в автомобильном производстве обеспечивает появление функционального решения, с интуитивно понятной и удобной для использования системы. Решение MES SIT нацелено на конфигурирование и осуществление процесса производства автомобилей для автомобильной промышленности. На рисунке 3 представлен общий обзор основных модулей продукта для автосборочного производства.

Представленные на рисунке 3 модули обеспечивают необходимые функции для поддержки процессов автомобильного производства во всех цехах (сборочный цех, цех производства двигателей и силовых агрегатов, цех прессования и сборки рам), как видно из схемы, приведенной ниже.

Применение системы в практики автосборочного предприятия позволяет решать целый комплекс производственно-технических задач: обмениваться информацией с системами предприятия; использовать различные форматы и варианты отображения данных; поддержка оперативного управления заказами на уровне предприятия; координирует выполнение операций,

собирает результаты от контрольно-измерительных приборов и технологического оборудования, предоставляет операторам поддержку в процессе выявления и предотвращения ошибок, автоматически останавливает линию в случае возникновения проблем и в реальном времени обеспечивает прослеживаемость производства для руководителей; обеспечивает процесс управления логистикой поставок материалов и комплектующих (система Kanban, система «точно вовремя», система «в строгой последовательности»), а также обеспечивает расчет потребления, управление инвентаризацией на линии и подготовка комплектации; поддерживает функции, связанные с управлением качеством продукта и процесса, модуль позволяет идентифицировать и документировать дефекты автомобилей, собирать данные в процессе проверок и определения границ качества, управлять генеалогией продукта для целей анализа качества; сбор, анализ и управление всеми данными об эффективности оборудования и переменными процесса для повышения эффективности, качества и устранения потерь, модуль также связан с управлением и представлением в реальном времени состояния оборудования, пропускной способности и предупреждений, а также интеграции с системой технического обслуживания; взаимодействие между подразделениями через различные инструменты, протоколы и стандарты (например, OPC (UA/DA)); управление основными данными и конфигурацией

Управление производственным процессом. Модуль координирует выполнение операций в соответствии с заказами, отправленными на линию, и продуктами, находящимися на каждой станции/подузле. Поддерживаемые

операции: сканирование деталей; отслеживание и проверка компонентов; ручная приемка; функционирование измерительных приборов (рисунок 4).

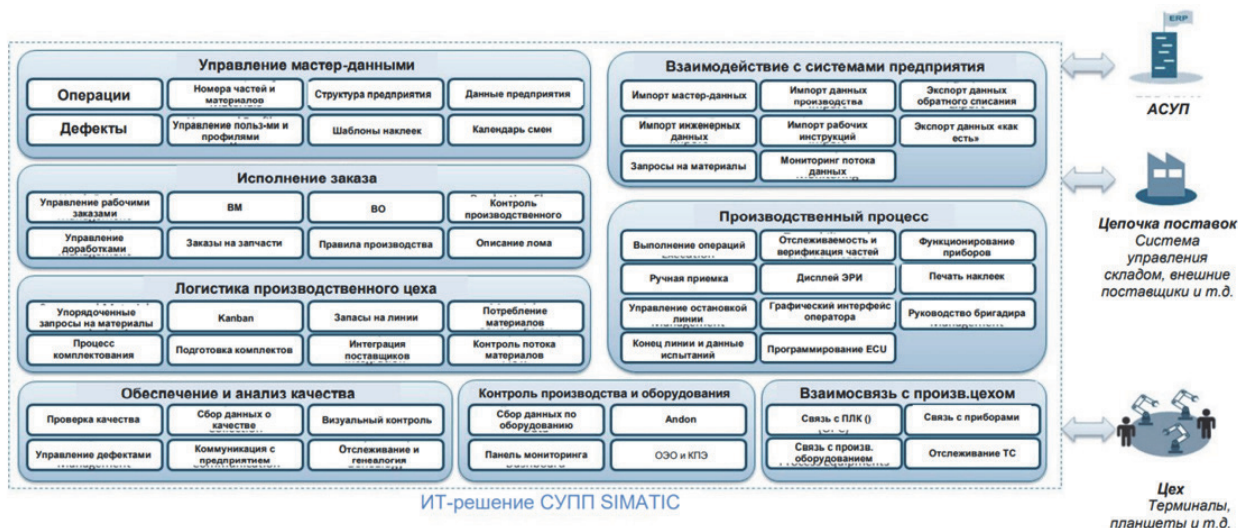


Рис. 3. Модули системы управления промышленным производством SIMATIC

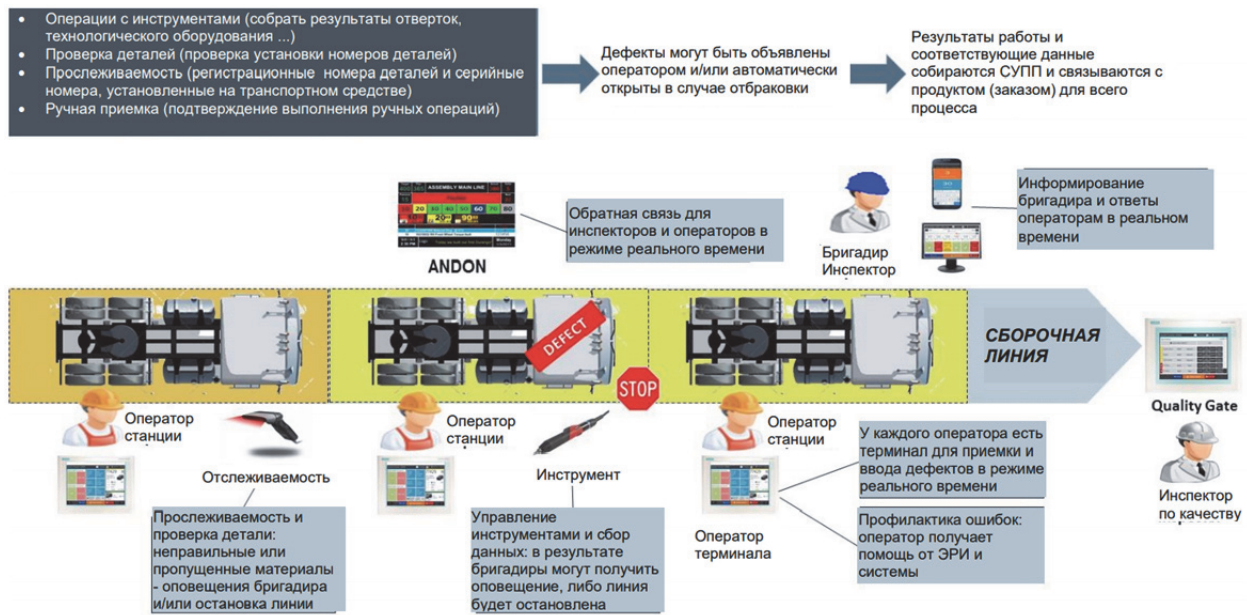


Рис. 4. Обзор возможностей модуля выполнения операций

Управление логистикой и материальными ресурсами (рисунок 5). Логистический модуль для цехов решения MES Siemens реализует функции, необходимые для управления материалами на производственных линиях в соответствии с процессами цепи поставок на автосборочном предприятии, чтобы обеспечить доступность подходящих материалов в нужное время. Здесь доступны следующие основные функции: прослеживаемость материалов на

линии; расчет расхода материала; расчет запаса на линии; запрос по системе Kanban (расходуемые материалы); запрос по системе «точно вовремя» (JIS); запрос по системе «в строгой последовательности» (JIT); процесс комплектования и подготовки товара; сдаточная ведомость материалов «как есть»; управление заказами на транспортировку.

Мониторинг производства и технологического процесса (система мониторинга линии).

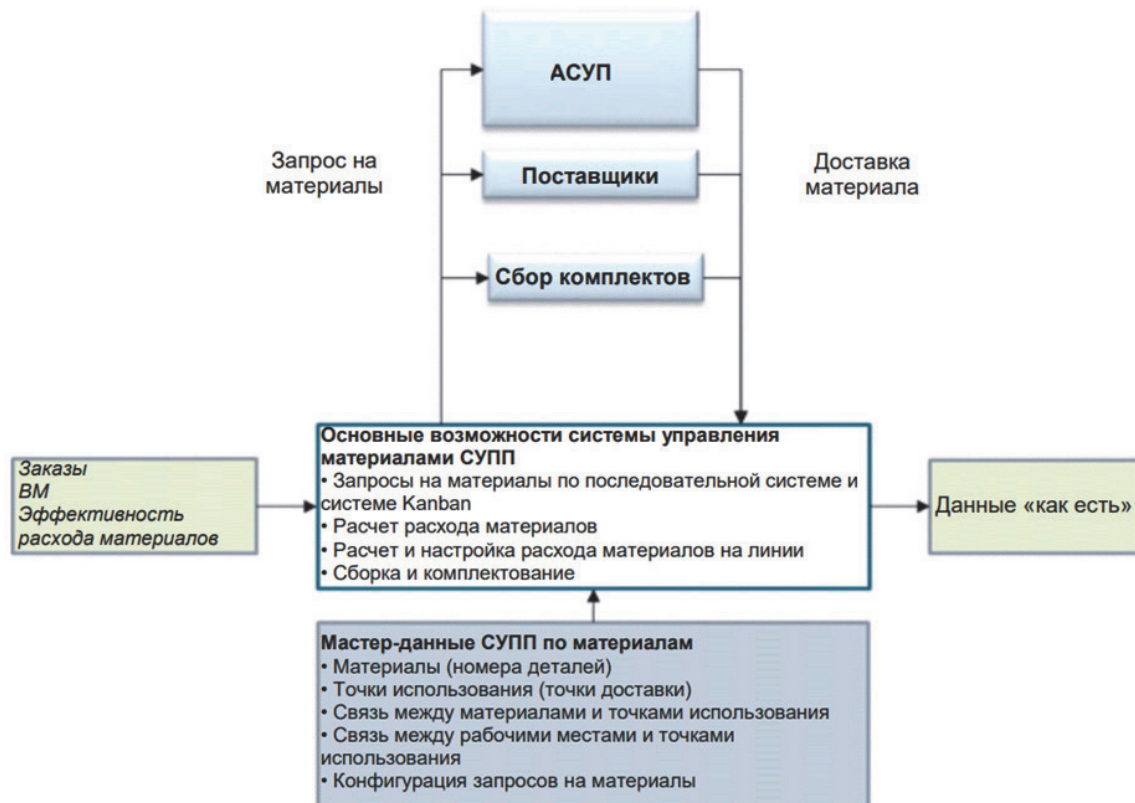


Рис. 5. Модуль решения логистических операций

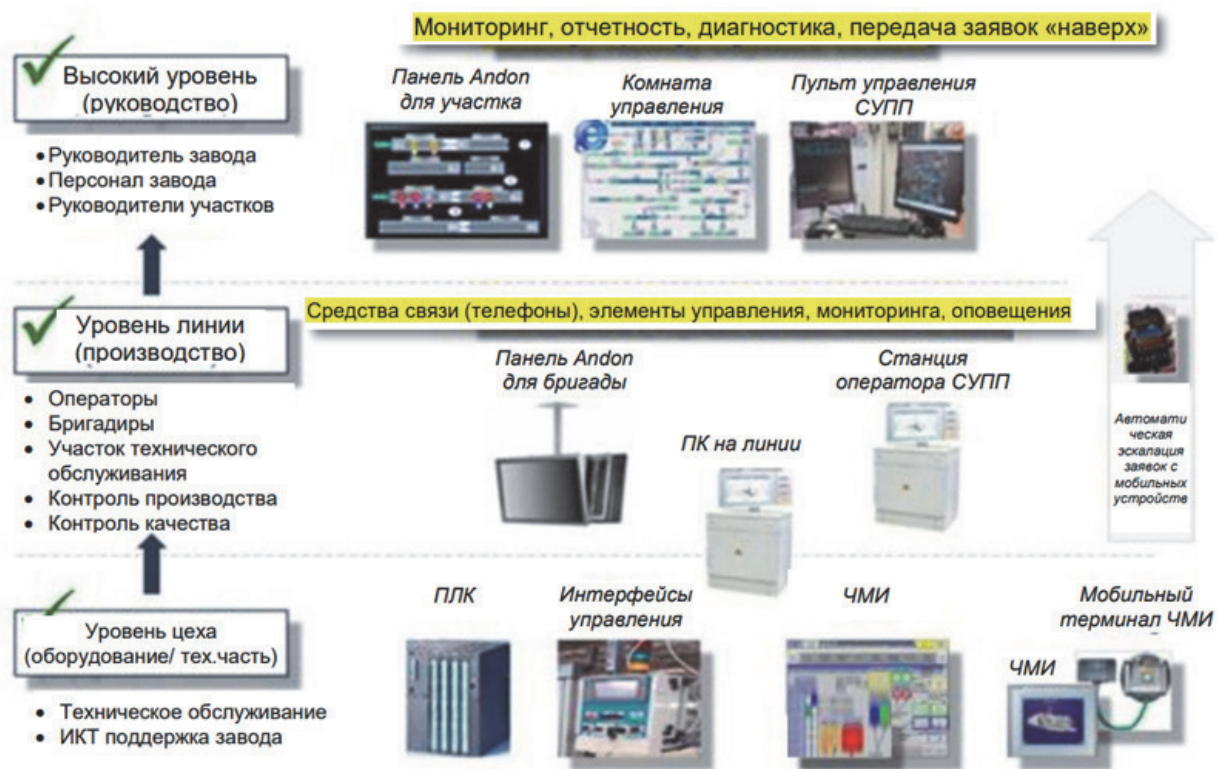


Рис. 6. Модуль мониторинга производства

Этот модуль включает в себя все функции, связанные со сбором всех данных об эффективности оборудования (например, диагностика, состояние механизмов, длительность цикла) и переменных технологического процесса (например, температура, давление, расход, уровень). Также система обеспечивает анализ и управление собранными данными (в реальном времени), представление состояния оборудования, пропускной способности и оповещений (рисунки 6).

Таким образом, в представленной статье проведен комплексный анализ проблемы развития цифровизации в автомобильном производстве с точки зрения создания цифровой СМК, предложена концептуальная модель цифрового встроенного статистического управления качеством производства продукции, рассмотрены существующие на рынке программные продукты в области цифровизации СМК автомобилестроения, показаны конкретные инструменты (модули) управления на действующем автосборочном производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Немцев, А.Д. Моделирование – инструмент управления качеством продукции / А.Д. Немцев, В.Н.Козловский //Автомобильная промышленность. 2003. № 10. С. 1.
2. Внедрение единой информационной системы по управлению качеством. Доклад. ПАО «КАМАЗ» 2017.
3. Козловский, В.Н. Комплексная оценка удовлетворенности потребителей качеством автомобилей / В.Н. Козловский, В.И. Строганов, С.И. Клейменов // Стандарты и качество. 2013. № 5. С. 94-98.
4. Козловский, В.Н. Комплекс электронных систем управления движением легкового автомобиля с комбинированной силовой установкой. Часть 1. / В.Н. Козловский, В.И. Строганов, В.В. Дебелов, М.А. Пьянов // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2014. Т. 10. № 1. С. 40-49.
5. Клейменов, С.И. Разработка комплекса инструментов экспертного и встроенного статистического управления качеством в автомобильном производстве [Текст] :автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.02.23 / Клейменов С.И. - Самара, 2020. - 16 с.
6. Козловский, В.Н. Методология анализа и прогнозирования качества автомобилей в эксплуатации / В.Н. Козловский, Д.В. Антипов, А.В. Заятров // Актуальные проблемы экономики. 2016. Т. 186. № 12. С. 387-398.
7. Panyukov, D.I. Highlights of russian experience in implenting ISO/TS 16949 / D.I. Panyukov, V.N. Kozlovskiy // Life Science Journal. 2014. Т. 11. № 8s. С. 439-444.

**PROBLEMS AND DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF DIGITALIZATION
OF QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF AUTO ASSEMBLY PLANT**

© 2021 D.I. Blagoveshchenskiy¹, D.V. Aidarov², N. V. Kudasheva², V.N. Kozlovskiy²

¹ Federal Budgetary Institution “State Regional Center
for Standardization, Metrology and Testing in the Tula Region”, Tula, Russia

² Samara State Technical University, Samara, Russia

The article presents research on the problem of digitalization of the quality management system of an automobile assembly plant. The directions of development of the processes of informatization and digitalization of the quality management system in production are proposed.

Key words: quality control; automotive industry; digitalization.

DOI: 10.37313/1990-5378-2021-23-2-57-65

*Dmitry Blagoveshchenskiy, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor, Director.*

*Dmitry Aidarov, Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor.*

Natalya Kudasheva, Junior Research Fellow.

*Vladimir Kozlovskiy, Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the Department of Theoretical and General
Electrotechnics. E-mail: Kozlovskiy-76@mail.ru*