

УДК 519.876.2 : 658.5

## КОМПЛЕКС ОСНОВНОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ПРОЦЕССА ВНУТРЕННЕГО МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

© 2019 Д.В. Айдаров, В.Н. Козловский, В.И. Санчугов

Самарский государственный технический университет

Статья поступила в редакцию 03.09.2019

В статье представлены результаты разработки и реализации комплекса основных информационно-аналитических инструментов позволяющих проводить исследование текущих значений показателей качества автомобилей и их прогнозирование на будущие периоды. Комплекс состоит из нескольких основных автоматизированных инструментов реализованных в виде программных кодов математического пакета MATLAB, скриптов пакета EXCEL и включает в себя: диаграмму Парето; диаграмму средних затрат на выпущенный автомобиль; диаграмму уровня средней дефектности; диаграмму номенклатуры дефектов, имеющих наибольшее снижение или рост затрат по объекту анализа. Разработанный комплекс информационно-аналитических инструментов прошел апробацию и внедрен в практику работы службы качества одного из крупнейших автопроизводителей легковых автомобилей. Результатом внедрения инструментов анализа и прогнозирования качества автомобилей в гарантии стал положительный эффект определяемый ростом оперативности, достоверности и объективности соответствующих аналитических процессов корпоративной службы качества автопроизводителя.

*Ключевые слова:* качество, надежность, ремонтпригодность, удовлетворенность потребителей, автомобиль.

### ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Оценка показателей качества высокотехнологичной продукции машиностроения, к числу которой относятся автотранспортные средства, является одной из важных составляющих в общей системе оценки эффективности деятельности предприятий автопрома.

В системе менеджмента качества (СМК) автомобильных корпораций, в качестве критериев оценки деятельности, присутствуют экономические показатели, однако наличие их в системе измерения качества продукции и услуг компании, далеко не всегда, претендует на комплексность. Зачастую, для руководства, основными показателями являются: количество отгруженной потребителю продукции; ритмичность производства с выполнением нормативов простоя; дефектность продукции внутри про-

изводства; обеспечение денежного потока от продаж автомобилей [1 - 4]. И в этой части, показатели, определяющие экономическую оценку качества, представляют собой объективный срез информации потенциально направленный к действиям по улучшению, поскольку именно качество, в первую очередь, определяет конкурентоспособность, а соответственно и потери от несовершенного продукта или услуги снижают потребительские предпочтения в отношении определенных брендов [5, 6].

Именно поэтому, разработка и реализация комплекса информационно-аналитических инструментов определяющих показатели качества автотранспортных средств в эксплуатации, является актуальной научно-технической проблемой.

### ОБЗОР РАБОТ ПО ПОСТАВЛЕННОЙ ЗАДАЧЕ

В настоящее время, практика работы корпоративных служб качества автомобильных компаний нацелена на получение данных об уровне: частоты отказов или несоответствий; удовлетворенности потребителей и т.д. [7]. Получается что, несмотря на широкую известность ряда аналитических инструментов, например, таких как диаграмма Парето, использование их в качестве основных индикаторов экономической оценки качества высокотехнологичной продукции автомобилестроения, не всегда происходит системно [8]. Кроме того, использование каждого инструмента в отдельности несет единственный эффект и позволяет вскрывать только

*Айдаров Дмитрий Васильевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Техносферная безопасность и сертификация производств» Самарского государственного технического университета.*

*E-mail: adv\_tol@mail.ru*

*Козловский Владимир Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической и общей электротехники Самарского государственного технического университета.*

*E-mail: Kozlovskiy-76@mail.ru*

*Санчугов Валерий Иванович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры автоматических систем энергетических установок Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва*

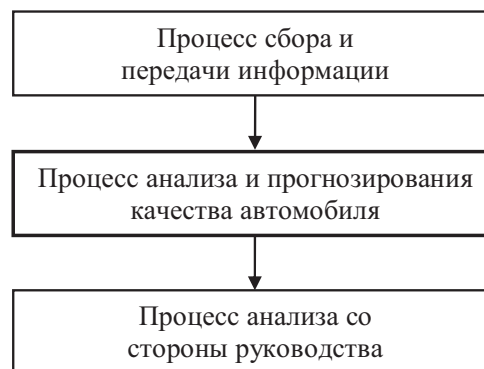
определенные особенности исследуемого объема данных из гарантии. При этом комплексное применение инструментов определяющих различные аспекты экономического исследования качества продукции приводит к синергетическому эффекту, при котором в большей степени раскрывается картина формирования экономики качества продукции в эксплуатации. Еще одним важным аспектом, на котором следует остановиться, прежде чем перейти к определению цели исследования, является специфика автомобильной промышленности, заключающаяся в том, что современный продукт автомобилестроения чрезвычайно сложен и состоит из систем физически разноплановых: электрооборудование; кузов; двигатель внутреннего сгорания; тормозная система; подвеска; шасси и т.д. При этом ключевой задачей производителя является технически эффективная интеграция данных систем в едином объекте [9, 10]. Понимая, на экспертном уровне, что конструкторское усложнение продукции ведет к снижению ее отказоустойчивости, автопроизводители, в погоне за потребителем, создают новые электротехнические и электронные системы улучшающие комфорт и функциональность, при этом не повышая значительно стоимость продукта, и гарантируя его надежность в течении длительного периода эксплуатации [11]. Это происходит в условиях постоянного реформирования и модернизации автомобильных корпораций, на всех уровнях, с точки зрения сокращения затрат и повышения эффективности деятельности. Именно поэтому, комплексность использования аналитических инструментов измерения экономических показателей качества, создает дополнительные возможности в решении глобальных корпоративных задач связанных с обеспечением роста эффективности [12].

**Целью данного исследования является** разработка и реализация научно-практического, информационно-аналитического комплекса инструментов направленных на анализ и прогнозирование показателей качества сложной, высокотехнологичной продукции машиностроения (на примере автомобилестроения).

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Упрощенная схема процессов принимающих участие в мониторинге, прогнозировании и корректировке показателей качества продукции в период эксплуатации представлена на рис.1 [10]. Как видно из схемы, существуют процессы системы менеджмента качества промышленного предприятия, для которых определена ведущая роль в реализации деятельности по сбору информации, и ее передачи в аналитический центр, где происходит анализ и прогнозирование

качества продукции. Собственно, продуктом аналитического центра компании является набор информации, регламентированный и формализованный по определенным правилам и требованиям. Именно этот набор является фундаментом процесса анализа со стороны руководства компании. И, естественно, что от того насколько он соответствует требованиям полноты, достоверности, оперативности и т.д., зависит правильность принятия решений, в области качества, со стороны высшего руководства [9].



**Рис. 1.** Схема процессов, построено по данным

Таким образом, процесс анализа данных о качестве продукции должен подчиняться правилам:

1. оценка качества автомобилей и выбор информации по ним проводится с обязательным указанием периода выпуска;

2. для оценки качества автомобилей используются следующие показатели: рекламируемость; средняя дефектность; общие затраты; средние затраты; средняя трудоемкость; величина спектра дефектов.

3. анализ качества автомобилей заключается в определении тенденций изменения качества объекта в целом и его частей, влияния на качество исследуемого объекта подразделений и поставщиков;

4. инструментами анализа качества автомобилей служат: диаграммы Парето, временные ряды, диаграммы сравнения, диаграммы потерь качества. При необходимости, графическая информация дополняется табличной формой помогающей раскрыть анализируемую информацию.

5. на основе анализа качества автомобилей разрабатываются и принимаются стратегические решения по повышению качества и конкурентоспособности продукции.

Рассмотрим основные аналитические инструменты, которые необходимо использовать в экономическом анализе и прогнозировании качества новых автомобилей в эксплуатации, исходя из предложенных выше правил, с привязкой к конкретной информационной базе, отражающей уровень дефектности автомоби-

лей, одной из ведущих марок, за период 2012 – 2015гг.

Диаграммы Парето [3, 4] являются одним из семи широко применяемых инструментов для анализа качества продукции (рис.2). Известно, что около 80% потерь, связанных с низким качеством, обусловлено небольшим количеством (20%) причин (принцип Парето 80:20). В анализе качества автомобилей используется диаграммы Парето, построенные по автомобилям определенного периода выпуска. Диаграммы Парето позволяют выделить те объекты, с которыми связаны наибольшие потери качества (по дефектам и затратам на устранение), и провести анализ этих объектов на основе временных рядов.

Построение диаграмм Парето проводится по всем показателям качества, выделяются основные объекты анализа (20%).

Временной ряд показателей качества [1, 3, 11, 12] (рис.3) используется для анализа изменения показателей и их прогнозирования. В анализе качества автомобилей используется временной ряд, построенный по месяцам выпуска автомобилей. Определение тенденций изменения показателя и краткосрочное прогнозирование ведется по линии тренда. Значимость тренда устанавливается на основе статистической значимости параметров линии тренда. Для исключения влияния инфляционных процессов затраты по автомобилям всех периодов выпуска пересчитываются в ценах (стоимость устранения дефектов) одного конкретного периода выпуска автомобилей. Выходная форма, содержащая временной ряд, сопровождается статистическими характеристиками: уравнением линейного тренда; значимостью тренда; средним значением показателя качества, его изменением и прогнозом среднего значения.

Оптимальной является ситуация, в которой происходит снижение среднего значения показателя при одновременном уменьшении вари-

ации. Последовательное возрастание показателей, выбросы, цикличность свидетельствуют о наличии особых причин, дестабилизирующих качество выпускаемых автомобилей. Временной ряд позволяет судить о тенденциях в изменении значений показателей качества, оценивать эффективность принятых ранее решений по управлению качеством как в целом по предприятию, так и по его подразделениям.

Ниже приведены примеры временных рядов по некоторым показателям качества. Временной ряд (рис.3) показывает, что качество автомобиля по показателю «Средние затраты на один выпущенный автомобиль» ухудшается. Некоторое улучшение качества в 2015г. не изменило общей тенденции.

На рис. 4, 5 представлены диаграммы по показателям качества: рекламируемость; средняя дефектность одного зарекламированного автомобиля; средние затраты на один зарекламированный автомобиль. Здесь, используются следующие правила подачи информации: фактические значения показателей качества автомобилей, завершивших период гарантийной эксплуатации – закрашенные; приведенные к моменту окончания гарантии, по данным незавершенного периода гарантийной эксплуатации – пустые; средние затраты на один выпущенный автомобиль пересчитаны в ценах автомобилей, прошедших 6 и менее месяцев эксплуатации; линейный тренд показывает тенденцию изменения показателей качества.

### ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Таким образом, разработанный комплекс научно-практических инструментов направленных на анализ и прогнозирование экономических показателей качества сложной, высокотехнологичной продукции машиностроения позволяет реализовать системную работу по

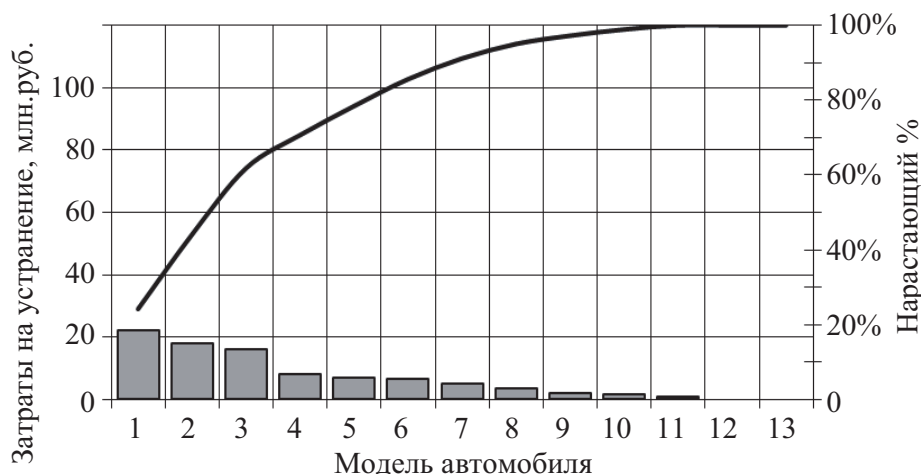


Рис. 2. Диаграмма Парето по затратам на устранение дефектов по моделям автомобилей

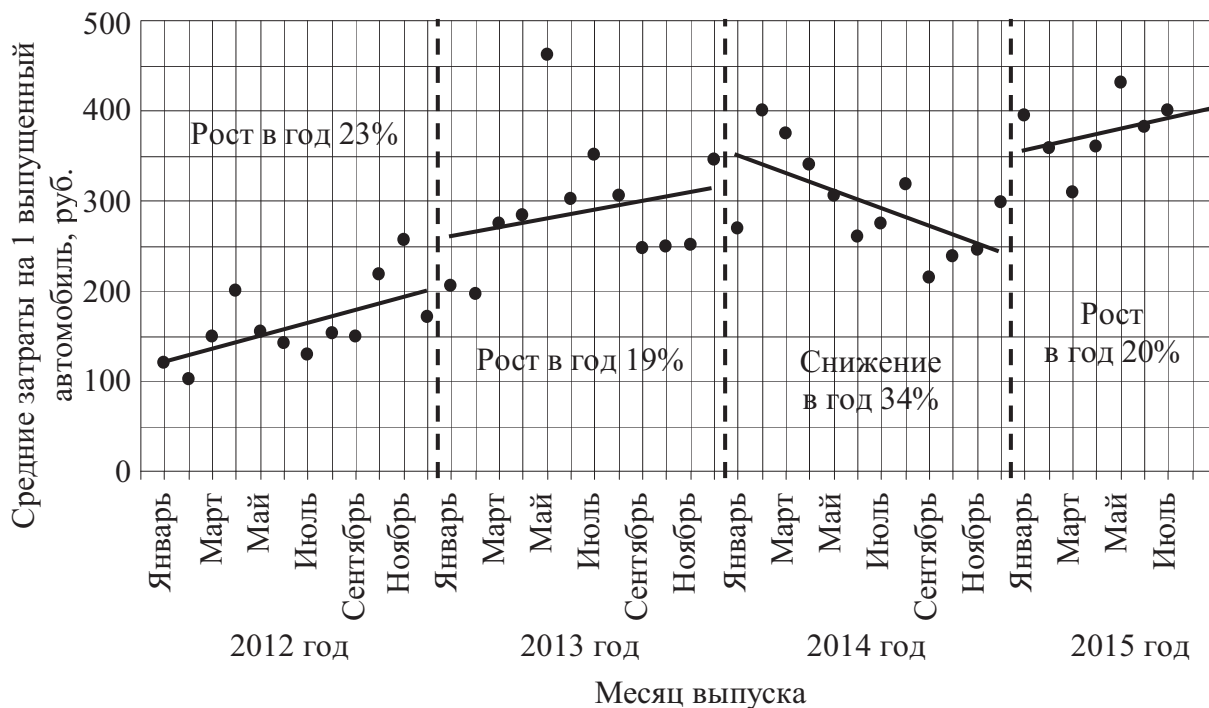


Рис. 3. Временной ряд «Средние затраты на один выпущенный автомобиль»

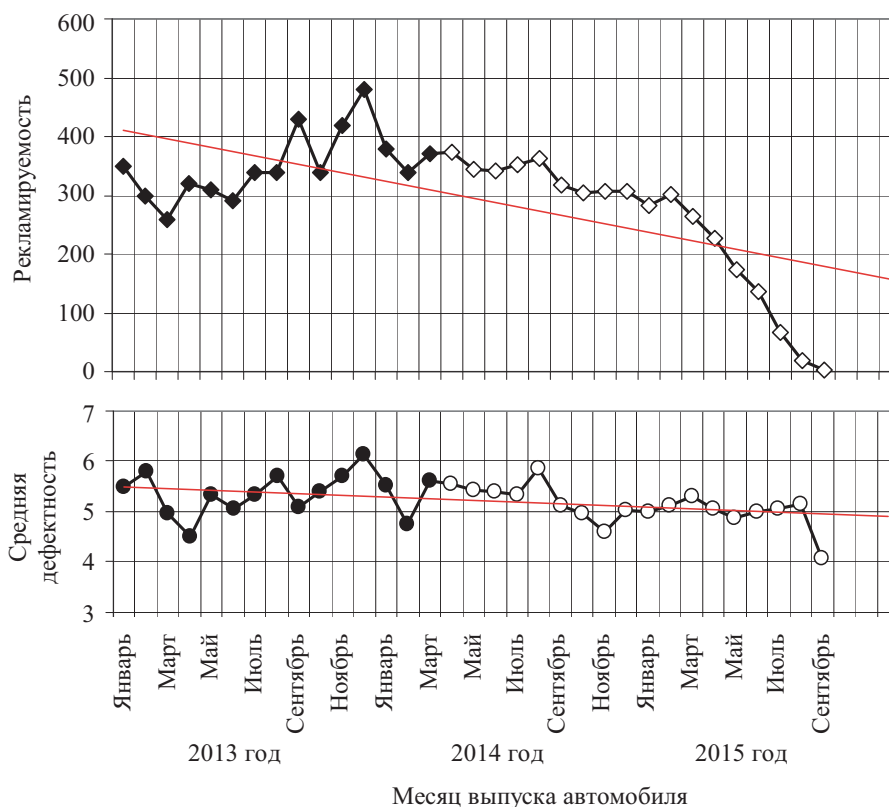
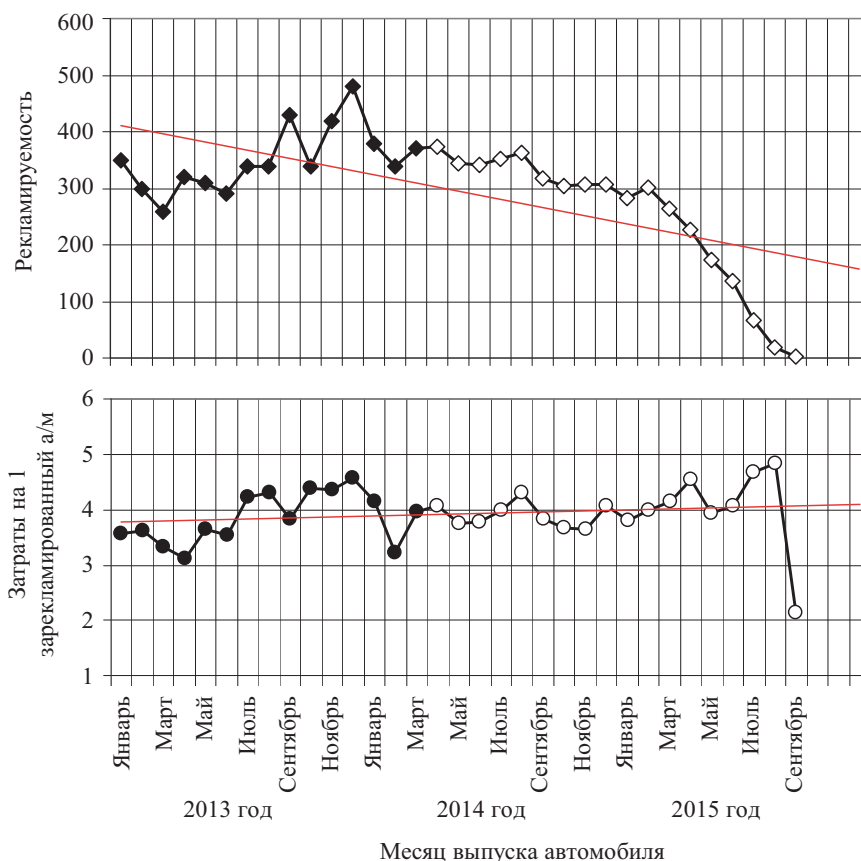


Рис. 4. Временные ряды «Рекламируемость» и «Средняя дефектность одного зарекламированного автомобиля»

мониторингу и прогнозированию показателей качества новых автомобилей в период гарантийной эксплуатации, обеспечивая при этом возможность уровневых переходов в процессе анализа данных, с целью вскрытия ключевых проблем дефектности автомобилей, их причин,

а также соответствующих центров ответственности компании автопроизводителя.

Дальнейшие исследования в области аналитического сопровождения процессов управления качеством в машиностроении заключаются в создании комплекса дополнительного



**Рис. 5.** Временные ряды «Рекламируемость» и «Средние затраты на один зарекламированный автомобиль»

инструментария мониторинга качества и соответствующей гармоничной системы критериев качества, интегрирующей в себе совокупность технико-экономических показателей, обеспечивающих наиболее полную, достоверную и оперативную оценку с учетом современного уровня информационных технологий и требований перспективного стандарта ИСО 9001 версии 2015г.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Брандт, З.* Анализ данных. Статистические и вычислительные методы для научных работников и инженеров [пер. с англ.] / З. Брандт – М. : Мир, 2003. – 686 с.
2. *Ватсон, Г.* Методология «Шесть сигм» для лидеров, или как достичь 3,4 дефекта на миллион возможностей [пер. с англ.] Раскина А.Л.; [под науч. ред.] Адлера Ю.П. / Г. Ватсон – М. : РИА «Стандарты и качество», 2006. – 224 с.
3. *Годлевский В.Е., Плотников А.Н., Юнак Г.Л.* Применение статистических методов в автомобилестроении / Под ред. Васильчука А.В. – Самара: ГП «Перспектива», 2003. – 196 с.
4. *Годлевский В.Е., Юнак Г.Л.* Менеджмент качества в автомобилестроении: монография / Под ред. Васильчука А.В. – Самара: ООО «Офорт»; ЗАО «Академический инжиниринговый центр», 2005. – 628 с.
5. *Кокотов А.В.* Совершенствование системы оце-

нивания качества автомобиля на основных этапах его жизненного цикла. Дис... канд. техн. наук: 05.02.23. – Тольятти, 2002. – 185 с.

6. *Ерохина Л.И., Наумова О.Н., Козловский В.Н.* Инновационные механизмы управления потенциалом сферы сервиса в регионе: монография. – Поволжский государственный университет сервиса. Тольятти, 2013. – 452 с.
7. *Заятров А.В., Козловский В.Н.* Анализ и оценка взаимосвязей между традиционными показателями надежности и показателями, используемыми ведущими производителями легковых автомобилей // *Электроника и электрооборудование транспорта.* 2012. № 1. С. 41-43.
8. *Панюков Д.И., Козловский В.Н.* Фундаментальные основы FMEA для автомобилестроения: монография. – / Самара, 2014. – 150 с.
9. Проект стандарта предприятия «Анализ и прогнозирование качества автомобилей по результатам гарантийной эксплуатации». – Самара: «Академический инжиниринговый центр», 2002. – 25 с.
10. Разработка методов оценки экономической эффективности мероприятий и проектов, направленных на повышение качества продукции. Технический отчет по направлению «Оценка эффективности корректирующих действий в информационной системе «Учет, планирование и контроль мероприятий по улучшению качества автомобилей». Тольятти, 2003. – 48с.
11. *Шиндовский Э., Шюрц О.* Статистические методы управления качеством. – Москва, 1976.- 600с.

12. Юнак Г.Л., Годлевский В.Е., Иванов Г.В. Методические материалы. Планирование и применение

FMEA конструкции, технологии и оборудования на ОАО «АВТОВАЗ». – Самара, 2005.-176 с.

**BASIC INSTRUMENTS OF THE PROCESS OF INTERNAL MONITORING  
PRODUCT QUALITY AT A MACHINE-BUILDING ENTERPRISE**

© 2019 D.V.Aydarov, V.N. Kozlovskiy, V.I. Sanchugov

Samara State Technical University

The article presents the results of the development and implementation of a complex information and analytical tools allows the study of current economic values of the quality indicators and their forecasting for future periods. The complex consists of several major automated instruments implemented as software code math MATHLAB package, scripts package EXCEL and include: Pareto chart; chart of average cost of car; a chart of the average defectiveness; the chart of nomenclature of defects, with the greatest decrease or increase of costs by object of analysis; a chart of the quality losses of divisions of the automaker; the spectrum of defects of the maintenance. Developed a series of analytical tools has been tested and introduced in practice of work of service quality one of the largest manufacturers of passenger cars. The result of the implementation of the tools of economic analysis and forecasting of the quality of the cars warranty was the positive effect determined by the increase in the efficiency, reliability and objectivity of the relevant analytical processes corporate service quality automaker.

*Keywords:* quality, reliability, maintainability, customer satisfaction, car.

---

*Dmitry Aidarov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department "Technosphere Safety and Certification of Production" of Samara State Technical University. E-mail: adv\_tol@mail.ru*  
*Vladimir Kozlovsky, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Theoretical and General Electrical Engineering, Samara State Technical University. E-mail: Kozlovskiy-76@mail.ru*  
*Valery Sanchugov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Automatic Systems of Power Plants, Samara National Research University named after Academician S.P. Korolyov*