

УДК 519.876.2 : 658.5

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ МЕЖФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЕЙ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

© 2020 В.Н. Козловский, Д.В. Айдаров, У.В. Брачунова, А.Д. Муталов

Самарский государственный технический университет

Статья поступила в редакцию 10.02.2020

В статье представлены основные результаты разработки и реализации комплексной методики межфункциональной проектной деятельности для решения проблем в области качества автомобилей.

*Ключевые слова:* качество; надежность; автомобилестроение.

DOI: 10.37313/1990-5378-2020-22-1-24-30

*Работа подготовлена при поддержке гранта Президента РФ НШ-2515.2020.8*

Основные элементы методики работы межфункциональной проектной группы.

Формирование межфункциональной группы. Дирекция по качеству (ДпК) с помощью перекрестного анализа информации по результатам мониторинга уровня качества автомобилей в эксплуатации, определяет перечень ТОП-проблем для организации межфункциональных групп по их решению [1].

ТОП-проблемы заносятся в форму по отслеживанию статуса выполнения работ по каждому этапу.

ДпК в зависимости от характера ТОП-проблемы определяет ответственное подразделение и направляет в его адрес контрольное извещение о назначении руководителя межфункциональной группы (МФГ).

Ответственное подразделение назначает руководителя МФГ и направляет в адрес ДпК ответ на контрольное извещение.

Руководитель МФГ – сотрудник ответственного за ТОП-проблему подразделения, назначенный в установленном порядке для руководства межфункциональной группой и отвечающий заданным профессионально-личностным критериям: высокая репутация в деловых кругах; экспертиза, глубокое понимание и соответствующий опыт; интерес к проектной деятельности; управленческий опыт.

Также руководитель МФГ должен обладать достаточной мотивацией, а именно: желанием и готовностью участвовать в проекте; возможностью уделять проекту необходимое количество времени; заявленной личной приверженностью результатам проекта; согласием добросовестно выполнять обязанности руководителя рабочей группы.

*Козловский Владимир Николаевич, доктор технических наук, профессор. E-mail: kozlovskiy-76@mail.ru*

*Айдаров Дмитрий Васильевич, кандидат технических наук, доцент.*

*Брачунова Ульяна Викторовна, аспирант.*

*Муталов Айдар Дамирович, аспирант.*

Особые полномочия руководителя МФГ: уделять до 50% своего рабочего времени на работу в рамках деятельности МФГ; направлять телефонограммы в адрес руководителей подразделений для организации совещания МФГ (с привлечением как участников МФГ, так и других сотрудников, при необходимости в качестве экспертов); запрашивать и получать в подразделениях необходимую информацию; включать в состав МФГ необходимых специалистов, а также исключать из состава; обращаться к высшему руководству для оказания содействия [1, 2].

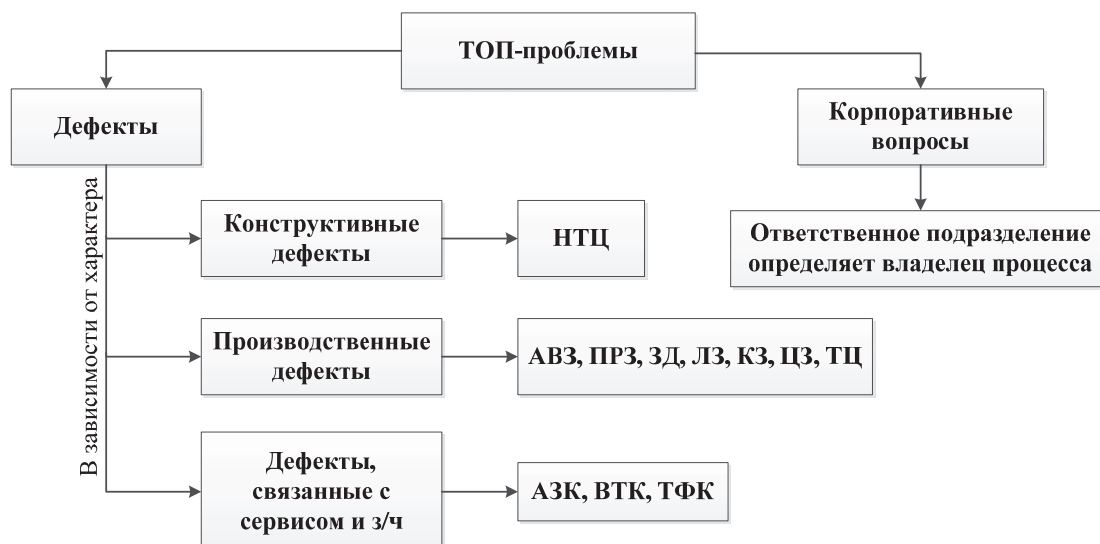
Руководитель МФГ определяет список подразделений, сотрудников которых необходимо включить в состав межфункциональной группы для решения ТОП-проблемы, и направляет в дирекцию по качеству. В состав должны быть включены специалисты и руководители предприятия способные предоставить необходимую информацию, касающуюся рассматриваемой проблемы, и быть эффективными участниками МФГ.

Типовая МФГ по решению ТОП-проблемы должна состоять из: представителя производства; конструктора; технолога по изготовлению (сборке); представителя дирекции по качеству (ДпК); представителя дирекции по закупкам и поставщика комплектующих изделий (в случае рассмотрения покупного КИ); представителя экономической службы и т.д. (рисунок 1).

Дирекция по качеству направляет в адрес подразделений контрольное извещение об определении представителя для включения в состав МФГ.

После определения состава МФГ, дирекция по качеству организует вступительное совещание для представления руководителя и участников МФГ, решения организационных вопросов и идентификации проблемы.

В случае возникновения в ходе работы МФГ необходимости включения в состав специалистов других подразделений, руководитель МФГ



**Рис. 1.** К вопросу организации МФГ:

НТЦ – научно-технический центр; АВЗ – автомобильный завод; ПРЗ – прессово-рамный завод;  
 ЗД – завод двигателей; ЛЗ – литейный завод; КЗ – кузнечный завод; ЦЗ – центр закупок;  
 ТЦ – торговый центр; АЗК – автозапчасть; ВТК – внешнеторговая компания;  
 ТФК – торгово-финансовая компания

направляет соответствующий запрос в адрес руководителя подразделения и копию в ДпК для организации контроля.

Порядок организации работы межфункциональной группы по решению ТОП-проблемы осуществляется в соответствии с приведенным алгоритмом (рисунок 2).

Процесс решения проблем. МФГ необходимо четко сформулировать определение проблемы, т. к. неправильное понимание проблемы не приведет к эффективным результатам ее решения. По результатам этапа должны быть определены: уровень показателей качества; воздействие проблемы на потребителя; является ли дефект блокирующим (при возникновении которого эксплуатация автомобиля невозможна); объем гарантийных затрат.

Данный этап должен быть завершен в течении 3-х дней.

МФГ рассматривает все причины, вызывающие появление проблемы и проводит анализ для поиска корней возникновения проблемы. Вспомогательные средства и методы, применяемые для анализа числовых и нечисловых данных о процессах деятельности.

При анализе проблемы выявляется множество причин ее появления. Требуется определиться с тем, какие из причин наиболее существенно влияют на проблему. Если определение этих причин поддается количественному измерению (т.е. можно собрать статистические данные о том, как часто эти причины проявляются или можно определить материальные затраты (или убытки), вызываемые причиной и т. д.), то необходимо собрать дополнительные сведения, чтобы лучше представить картину происходящего. Четко определенные критерии сбора дан-

ных часто позволяют выявить новые (невидимые) причины рассматриваемой проблемы.

Руководитель МФГ дает поручения участникам МФГ (сбор и предоставление необходимой информации, подготовка материалов), зафиксированные в протоколе совещания.

МФГ необходимо провести анализ собранных данных, чтобы сделать определенные выводы. Выполнение этапа анализа проблемы должно быть завершено в течении 30 дней.

МФГ на данном этапе рассматривает возможные варианты решения проблемы. Следует определить ограничения для реализации решений - материальные возможности, наличие квалифицированных кадров, наличие острой конкуренции, законы и этические соображения и т.д. Задача данного этапа – выявить наиболее реалистичные альтернативные решения проблемы и предварительно оценить их. Для сопоставления решений необходимо найти наиболее важные стандарты (или критерии), относительно которых можно измерить вероятные результаты реализации каждой возможной проблемы [1].

МФГ проводит оценку всех оставшихся решений проблемы после предварительного обсуждения на предыдущем этапе, применив к ним одинаковые, наиболее важные критерии, такие как затраты на реализацию, срок осуществления решения и его эффективность, а также влияние данного решения на дальнейшее развитие предприятия.

На выполнение этапа поиска и выбора решения по устранению ТОП-проблемы отводится 20 дней.

Так как над процессом решения проблемы работала группа специалистов, то этот этап необходим, чтобы оценить эффективность ее деятельности и получить одобрение руководства по



Рис. 2. Алгоритм организации работы межфункциональной группы

реализации принятого решения, т.е. внедрения его в производство.

МФГ должна с учетом основных правил проведения презентаций подготовить и представить результаты высшему руководству.

Высшее руководство может принять два решения: одобрить или не одобрить предложенный проект. В случае одобрения группа приступает к реализации решения. Если проект решения руководством не одобрен вследствие недостаточной проработки проблемы, то группа должна вернуться к рассмотрению вариантов решения и рассмотреть все ранее отвергнутые альтернативы [2].

В зависимости от значимости и объема принятое решение может быть реализовано либо

отдельными специалистами, либо специально созданной проектной группой. Особенность данного этапа состоит в том, что к работе по реализации решения могут привлекаться специалисты, не состоящие в МФГ. Но члены МФГ по решению проблем должны обязательно принимать участие в осуществлении проекта и контролировать ход его выполнения.

ДпК с целью оценки эффективности реализуемого решения проводит постоянный мониторинг показателей, на основании которых можно судить о результативности и при необходимости корректировать ход процесса. Проводится анализ качества автомобилей с датой выпуска позднее даты внедрения решения в

производство по результатам 6-ти месяцев эксплуатации [2, 3, 4].

Руководитель МФГ инициирует корректировку процесса по выявленным отклонениям, таким, как неправильное определение задачи, причины или решения. В реализации данного этапа МФГ должна принимать активное участие, т. к. никто кроме ее участников, не знает так хорошо сущность рассматриваемой проблемы.

После подтверждения эффективности принятых мер ДпК принимает решение о прекращении работы межфункциональной группы по решению данной ТОП-проблемы.

Массив дефектов (несоответствий) для проведения мониторинга эффективности корректирующих и предупреждающих действий (мероприятий) формируется из ежемесячных статистических данных единой информационной системы «Анализ дефектов автомобилей, узлов и агрегатов в гарантийный период эксплуатации» (период обработки устанавливается 6 месяцев), а также на основании предложений подразделений автопроизводителя до 10 числа каждого месяца, в том числе [2, 3, 4]:

Анализ источников информации о дефектах (несоответствиях) показывает, что для оценки результативности и эффективности корректирующих и предупреждающих действий наиболее целесообразно использовать данные из гарантийной эксплуатации, данные о сложных рекламациях, данные из цеха выходного контроля качества автомобилей, данные инспекционного контроля, данные входного контроля. В таблице 1 приведены краткие характеристики указанных источников информации.

Из анализа данных таблицы 1, вытекает, что в настоящее время оценку результативности и

эффективности внедренных мероприятий, аналитическая служба качества может осуществить только для программ, основаниями для которых явились данные из гарантии. Для того, чтобы подразделения службы качества могли осуществлять такую оценку для всего спектра программ, необходимо: разработать и внедрить электронную базу данных по сложным рекламациям; предоставить доступ сотрудникам аналитических служб качества полный доступ к базам данных цеха выходного контроля качества автомобилей, инспекционного и входного контроля [3, 4, 5].

В рамках работы по модернизации существующей системы необходимо обеспечить развитие информационного аппарата за счет разработки и реализации специализированной корпоративной информационной системы по мониторингу внедренных проектов в области улучшения качества продукции, эффективность и результативность которых можно оценить по 6 месяцев после внедрения проектов. В связи с этим целесообразно использовать для расчета эффективности мероприятий временной период такой же продолжительности до внедрения мероприятий [6]. Для сопоставимости данных до и после внедрения необходимо на отбор данных из базы до внедрения мероприятий наложить условие: «с датой регистрации до внедрения мероприятий».

Основные обозначения:  $T$  – дата (месяц) внедрения мероприятий;  $D(t, s)$  – количество отказов в автомобилях с датой выпуска  $t$  и с датой устранения  $s$  по отказу с кодом Код отказа;  $ZO(t, s)$  – общие затраты на устранение отказа с кодом Код отказа автомобилей с датой выпуска  $t$  и с датой устранения  $s$ ;  $ZU(t, s)$  – затраты на услуги при устранении отказов с кодом отказа

**Таблица 1.** Основные источники информации для оценки результативности и эффективности корректирующих и предупреждающих действий

Источник данных	Наличие базы данных	Дефекты	Затраты	Работа аналитической службы качества с базой данных
<b>Гарантия</b>	есть	Кол-во	Рубли	Полный доступ
<b>Сложные рекламации</b>	нет (бумажный носитель)	Не классиф.	Рубли	Отсутствие эл. базы данных
<b>Цех выходного контроля</b>	есть	Кол-во	нормо- часы	нет
<b>Инспекционный контроль</b>	есть	Баллы	нормо- часы	нет
<b>Входной контроль</b>	есть	Кол-во		нет

Код отказа на автомобилях с датой выпуска  $t$  и с датой устранения  $s$ ;  $ZZ(t, s)$  – затраты на запасные части при устранении отказов с кодом Код отказа на автомобилях с датой выпуска  $t$  и с датой устранения  $s$ ;  $nD1(t)$  – прогнозируемое количество отказов автомобилей с датой выпуска  $t$ , до внедрения мероприятий по улучшению;  $nD2(t)$  – прогнозируемое количество отказов на автомобилях с датой выпуска  $t$ , после внедрения мероприятий;  $N1$  – количество автомобилей выпущенных за 6 месяцев до внедрения мероприятий по улучшению;  $N2$  – количество автомобилей выпущенных за 6 месяцев после внедрения мероприятий.

Алгоритм расчета

1 Фиксируется Код отказа.

1.1 Вычисление характеристик отказа по неполным данным.

1.2 Вычисляются величины  $D(t, s < T+6)$ , для  $t = T-12, \dots, T+6$ .

1.3 Вычисляются величины  $ZO(t, s < T+6)$ , для  $t = T-12, \dots, T+6$ .

1.4. Вычисляются месячные выпуски  $a/m$  на внутренний рынок по датам  $t = T-12, \dots, T+6$ .

1.5 Вычисляются величины  $D(t, s < T)$ , для  $t = T-12, \dots, T-1, T$ .

1.6. Вычисляются величины  $ZO(t, s < T)$ , для  $t = T-12, \dots, T-1, T$ .

1.7 Вычисляются величины  $D(t, s < T-6)$ , для  $t = T-12, \dots, T-7$ .

1.8 Вычисляются величины  $ZO(t, s < T+6)$ , для  $t = T-6, \dots, T+6$ ,  $ZU(t, s < T+6)$ , для  $t = T-6, \dots, T+6$ ,  $ZZ(t, s < T+6)$ , для  $t = T-6, \dots, T+6$ .

2. Вычисление коэффициентов для перехода к прогнозируемым количествам отказов:

2.1. Вычисляются величины коэффициентов

$$K1(t) = \frac{D(t, s < T+6)}{D(t, s < T)}, \quad (1)$$

для  $t = T-12, \dots, T-7$ .

2.2 Вычисляются величины коэффициентов

$$K2(t) = \frac{D(t, s < T+6)}{D(t, s < T)}, \quad (2)$$

для  $t = T-6, \dots, T-1$ .

3. Прогнозирование количества отказов.

3.1 Вычисляются величины  $nD1(t)$

$$nD1(t) = D(t, s < T + 6) \times K1(t), \quad (3)$$

для  $t = T-6, \dots, T-1$ .

3.2 Вычисляются величины  $nD2(t)$

$$nD2(t) = D(t, s < T + 6) \times K2(t) \times K1(t), \quad (4)$$

для  $t = T+1, \dots, T+6$ .

3.3 Вычисляются средние отказы по периодам до и после внедрения мероприятий.

$$d1 = \frac{\sum nD1(t)}{N1}, \quad (5)$$

$$d2 = \frac{\sum nD2(t)}{N2}, \quad (6)$$

где  $N1$  – суммарный выпуск автомобилей за период  $T-6 - \dots - T-1$ ;

$N2$  – суммарный выпуск автомобилей за пе-

риод  $T+1 - \dots - T+6$ .

3.4 Вычисляются средние общие затраты на один отказ по периодам до и после внедрения мероприятий.

$$Z1 = \frac{\sum ZO(t, s \leq T+6)}{\sum D(t, s \leq T+6)}, \quad (7)$$

для  $t = T-6, \dots, T-1$ .

$$Z2 = \frac{\sum ZO(t, s \leq T)}{\sum D(t, s \leq T)}, \quad (8)$$

для  $t = T+1, \dots, T+6$ .

3.5 Вычисляются общие затраты по выпускам до внедрения мероприятий

$$ZO1 = N1 \times d1 \times Z1. \quad (9)$$

3.6 Вычисляются общие затраты по выпускам после внедрения мероприятий

$$ZO2 = N2 \times d2 \times Z2. \quad (10)$$

3.7 Вычисляются доли затрат на услуги и запасные части и материалы для данных до внедрения мероприятий

$$h1 = \frac{\sum ZU(t, s \leq T+6)}{\sum ZO(t, s \leq T+6)}, \quad (11)$$

для  $t = T-6, \dots, T-1$ ,

$$h2 = 1 - h1. \quad (12)$$

3.8 Вычисляются прогнозируемые затраты на услуги и запасные части и материалы

$$ZU1 = h1 \times ZO1; \quad (13)$$

$$ZZ1 = h2 \times ZO1. \quad (14)$$

4. Вычисляются приведенные общие затраты по выпускам до внедрения мероприятий

$$ZnO1 = ZU1 \times Ku + ZZ1 \times Kz, \quad (15)$$

где  $Ku$  – коэффициент приведения затрат на услуги;

$Kz$  – коэффициент приведения затрат на запасные части и дополнительные материалы.

Коэффициент приведения затрат на услуги  $Ku$  определяется через отношение средних стоимостей нормо-часа на предприятиях технического обслуживания автомобилей за периоды 6 месяцев после и до внедрения мероприятий по улучшению надежности автомобилей, коэффициент приведения затрат на запасные части и дополнительные материалы  $Kz$  определяется через отношение средних стоимостей деталей, узлов, отпускаемых для гарантийного ремонта.

5. Вычисляются изменение затрат

$$\Delta ZO = ZnO1 - ZO2. \quad (16)$$

В качестве примера, приведем расчет оценки эффективности внедрения мероприятий направленных на повышение надежности датчика уровня жидкости омывателя с кодом отказа 3839410-025-000 для автомобилей одного ведущего производителя в России.

Дата внедрения мероприятий:  $T$  = июль 2011 г.

$N1 = 100492$ ,  $N2 = 81321$ .

Расчет характеристик отказа по неполным данным (таблицы 2, 3).

Расчет коэффициентов для перехода к прогнозируемым количествам отказов.



**Таблица 2.** Данные гарантии по дате регистрации ≤ январь 2012

Дата	Июл. 2010	Авг. 2010	Сен. 2010	Окт. 2010	Ноя. 2010	Дек. 2010	Янв. 2011	Фев. 2011	Мар. 2011
Отк.	441	671	371	589	251	251	253	437	168
Затр.	38711	61546	34324	59549	25497	24939	25143	43916	16011
Вып.	17775	18003	16479	19339	16721	15820	15431	17128	16881

Продолжение таблицы 2

Дата	Апр. 2011	Май 2011	Июн 2011	Июл. 2011	Авг. 2011	Сен. 2011	Окт. 2011	Ноя. 2011	Дек. 2011
Отк.	121	156	160	190	133	64	21	15	3
Затр.	13851	16522	16643	19277	12598	6643	2439	1961	314
Вып.	18740	15291	17023	17943	19334	17980	15134	9127	10196

**Таблица 3.** Данные гарантии по дате устранения ≤ июнь 2012

Дата	Июл. 2010	Авг. 2010	Сен. 2010	Окт. 2010	Ноя. 2010	Дек. 2010	Янв. 2011	Фев. 2011	Мар. 2011
Отк.	413	601	304	431	151	145	157	278	81
Затр.	35976	54528	27728	44581	15652	14643	15568	26663	7404

Продолжение таблицы 3

Дата	Апр. 2011	Май 2011	Июн 2011
Отк.	38	32	18
Затр.	4212	3556	1819

Вычисление величин коэффициентов  $K_1(t)$  для Т-12,...Т-7. Для расчета из первой строки таблицы 2 для дат июль 2010 – декабрь 2010, числа делятся на соответствующие числа второй строки таблицы 3.

Расчет величин коэффициентов  $K_2(t)$  для Т-6,...Т-1. Для расчета из второй строки таблицы 2 для дат январь 2011 – июнь 2011, числа делятся на соответствующие числа второй строки таблицы 3.

В таблице 4 представлены коэффициенты прогнозирования  $K_1(t)$ ,  $K_2(t)$ .

Прогнозирование количества отказов (таблица 5).

Расчет среднего уровня отказов по периодам до и после внедрения мероприятий по повышению надежности.

$$d_1 = (270+488+205+165+259+277) / 100494 \times 1000 = 16,57 \text{ отк. / (1000 а/м)}$$

**Таблица 4.** Коэффициенты прогнозирования  $K_1(t)$ ,  $K_2(t)$

K1	1,07	1,12	1,22	1,37	1,66	1,73
K2	1,61	1,57	2,07	3,18	4,88	8,89

**Таблица 5.** Прогнозирование числа отказов

Дата	Янв. 2011	Фев. 2011	Мар. 2011	Апр. 2011	Май 2011	Июн. 2011	Июл. 2011	Авг. 2011	Сен. 2011
Отк.	270	488	205	165	259	277	-	229	112

Продолжение таблицы 5

Дата	Окт. 2011	Нояб. 2011	Дек. 2011	Янв. 2012
Отк.	53	65	24	0

$d2 = (229+112+53+65+24+0) / 71744 \times 1000 = 6,75$  отк. / (1000 а/м).

Расчет средних общих затрат на устранение одного отказа по периодам до и после внедрения мероприятий (Z1, Z2).

$Z1 = (25143+43916+16011+13851+16522+16643) / (253+437+168+121+156+160) = 102$  руб./отк.

$Z2 = (12598+6643+2439+1961+314+0) / (133+64+21+15+3+0) = 101,5$  руб./отк.

Расчет общих затрат по выпускам шести месяцев до внедрения мероприятий.

$Z01 = 100494 \times 16,57 \times 102 = 169795,43$  руб.

Расчет общих затрат по выпускам шести месяцев после внедрения мероприятий.

$Z02 = 71744 \times 6,75 \times 101,5 = 49119,46$  руб.

Принимаем коэффициент приведенных затрат по Код отказа, связанный с инфляционными процессами (Ккод.отк.)

Ккод.отк.=1,2.

Расчет приведенных общих затрат по выпускам до внедрения мероприятий:

$ZnO1 = 169795,43 \times 1,2 = 203754,51$  руб.

Расчет изменения затрат в сопоставимых ценах на полугодовых выпусках до и после внедрения мероприятий:

$\Delta ZO = 203754,51 - 49119,46 = 154635,06$  руб.

Разработанные алгоритмы и методика проектной деятельности, формализованы в рамках процедуры одного из крупнейших автопроизводителей России: «Порядок работы межфункциональных групп по решению ТОП-проблем».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шанин, С.А. Совершенствование методик и инструментария системы мониторинга качества автомобилей в эксплуатации / С.А. Шанин. Дисс. ... канд. техн. наук. Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева. – Самара, 2019. – 153 с.
2. Вакулич, Е. А. Оценка эффективности корректирующих действий в ИС «Учет, планирование и контроль мероприятий по улучшению качества автомобилей». Предложения / Е.А. Вакулич, Е.В. Лямин. – Самара: Поволжское отделение российской инженерной академии. 2003.
3. Строганов, В.И. Повышение эксплуатационных характеристик электромобилей и автомобилей с комбинированной энергоустановкой / В.И. Строганов Дисс. ... канд. техн. наук. Самарский государственный технический университет. – Самара, 2015. – 350с.
4. Строганов, В.И. Модели аналитических исследований качества и надежности легковых автомобилей в эксплуатации / В.И. Строганов, С.И. Клейменов, В.Н. Козловский // Автомобильная промышленность. - 2013. - №9. С. 2-6.
5. Козловский, В.Н. Аналитический комплекс прогнозирования надежности электромобилей и автомобилей с комбинированной силовой установкой / В.Н. Козловский, Н.И. Горбачевский, А.Г. Сорокин, В.Б. Кислинский, Л.Х. Мифтахова // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 3. С. 227-229.
6. Панюков, Д.И. Эффективное применение метода анализа видов, последствий и причин потенциальных дефектов (FMEA) в автомобилестроении: Монография [Текст] / Д.И. Панюков, В.Н. Козловский. - Самара: Издательство СНЦ, 2016. - 202 с.

## DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR INTER-FUNCTIONAL DESIGN ACTIVITIES TO SOLVE THE PROBLEMS OF CAR QUALITY IN OPERATION

© 2020 V.N. Kozlovsky, D.V. Aidarov, U.V. Brachunova, A.D. Mutalov

Samara State Technical University

The article presents the main results of the development and implementation of a comprehensive methodology of cross-functional design activities to solve problems in the field of automobile quality.

*Keywords:* quality; reliability; automotive industry.

*DOI:* 10.37313/1990-5378-2020-22-1-24-30

Vladimir Kozlovsky, Doctor of Technical Sciences, Professor.

E-mail: kozlovskiy-76@mail.ru

Dmitry Aidarov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Ulyana Brachunova, Graduate Student.

Aidar Mutalov, Graduate Student.