

**КЛЮЧЕВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И КРИТИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ  
ПРОДУКТОВ В ПРОЕКТАХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

© 2024 И.А. Беляева, А.С. Клентак, А.С. Подгорний, В.Н. Козловский

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 02.12.2024

В работе представлены результаты разработки инструментов определения ключевых характеристик и критических элементов в продуктовых проектах машиностроительной отрасли.

*Ключевые слова:* конкурентоспособность, качество, машиностроение, ключевые характеристики, критические элементы, проектирование.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-6-47-55

EDN: EAOKSN

Применение предложенного систематизированного инструментария выделения основных потребительских требований к новым автомобилям в процессе эксплуатации обеспечивает гармонизацию соответствующего процесса на автосборочном предприятии и создает предпосылки для повышения эффективности деятельности за счет четкого определения индикаторов качества процесса и продукта, действующих связей между подразделениями, инструментальной базы решения вопросов, а также обеспечения формирования алгоритма принятия стандартных решений [1 – 3].

Существенная часть полученных индикаторов отражающих потребительские требования к новой продукции, особенно в части индексов обеспечения качества автомобилей в эксплуатации, в процессе проектирования образует сегмент ключевых характеристик [4]. Ключевые характеристики продукции - это группа параметров, которая наиболее существенно влияет на эффективность и качество процессов и продуктов (рисунок 1). По сути, наиболее важная группа ключевых характеристик нового продукта автомобилестроения может быть сформирована уже на стадии формирования технических требований [5, 6]. Такая группа показателей в первую очередь должна определять прогнозы по индикаторам, формируемым в основном, эксплуатационном этапе жизненного цикла продукции [7 – 9]. Соответственно ключевые характеристики должны интегрировать в себе показатели, отра-

жающие прогнозируемый уровень претензий к качеству продукции в эксплуатации, в том числе в гарантийный период, а также соответствующие финансовые потери (рисунок 28). Две рассматриваемые характеристики могут быть трансформированы в показатели надежности автомобилей в эксплуатации и показатели, отражающие стоимость владения автомобилем [10, 11]. Обратной стороной ключевых характеристик продукции являются те индикаторы, которые формируют стратегическое развитие автосборочного предприятия с точки зрения конкурентоспособности: перспективы развития автобренда; репутация автопроизводителя; ответственности продукции ожиданиям конечного потребителя [12].

Ключевые характеристики автомобилей должны быть представлены несколькими группами показателей отражающих индексы удовлетворенности конечных потребителей качеством продукции, инженерные индексы отражающие уровень дефектов продукции на этапах жизненного цикла, а также экономические индексы отражающие уровень затрат на обеспечение эксплуатационной эффективности автомобилей на этапах жизненного цикла [13, 14]. Можно назвать их индексами баланса между потребительской ценностью качества и экономической эффективностью производства [15].

Существенной проблемой процесса проектирования новых автомобилей является выделение ключевых характеристик и соответствующих им ключевых элементов продукции (рисунок 1). Автомобильная промышленность в последние десятилетия развивается достаточно бурно. Наряду с появлением новых типов транспортных средств, таких как электромобили (ЭМБ) и автомобили с комбинированной энергоустановкой (АКЭУ), сегодня заметны новые проекты автомобильной техники на водородном топливе, не говоря уже о возможности перево-

*Беляева Ирина Александровна, кандидат технических наук, доцент, научный сотрудник.*

*E-mail: toe\_fr@samgtu.ru*

*Клентак Анна Сергеевна, кандидат технических наук, доцент. E-mail: anna\_klentak@mail.ru*

*Подгорний Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент. E-mail: zxcvbnm89207@yandex.ru*

*Козловский Владимир Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой.*

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



**Рисунок 1** – Графическая интерпретация подхода по определению ключевых характеристик новой конструкции автомобиля

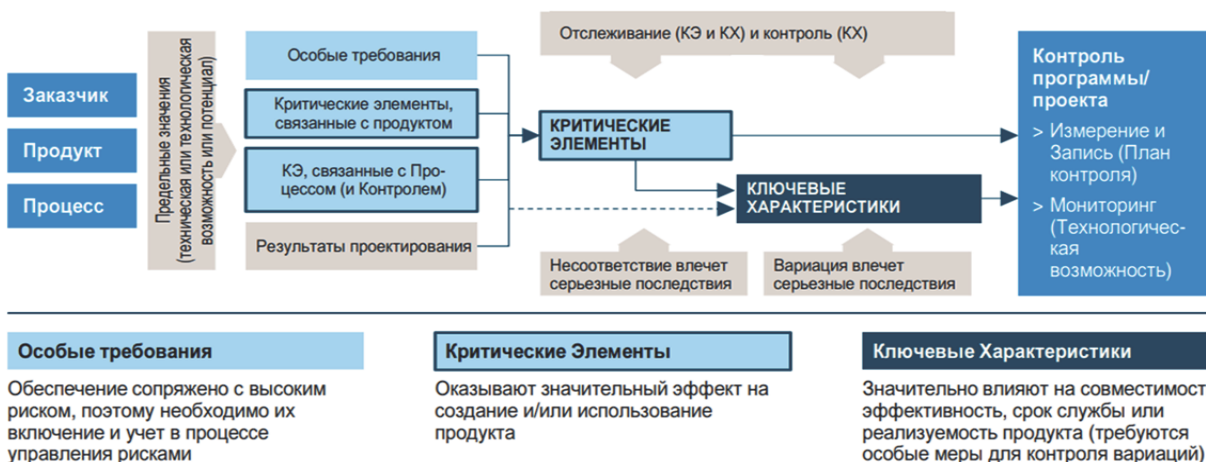
да автомобилей традиционной конструкции на газомоторное топливо. Часть автопроизводителей активно использует открывающиеся, благодаря развитию научно-технического прогресса, возможности. Часть автопроизводителей более ориентирована на развитие традиционных конструкций. В любом случае, бесспорно то, что за последнее время благодаря росту достижений в электротехнике и электронике, конструкция автомобиля сильно преобразилась. Автомобиль стал более технологичен, экономичен, с более высокими потребительскими качествами. Автомобильная техника стала более эффективной в процессе эксплуатации, а ремонт и обслуживание автомобилей превратилось в достаточно

быструю и высокотехнологичную систему операций реализуемых, как правило, на сертифицированных предприятиях сервисной сети.

В общем виде процесс проектирования с точки зрения ключевых характеристик можно представить в виде схемы (рисунок 2). Как было показано выше, соответствующий процесс выделения ключевых характеристик продукции должен быть выстроен также четко с соответствующими связями, как и индикаторы, определяющие требования потребителей. Особые требования к продукту выделяются в случае обнаружения высокого риска несоответствия, критический элемент выделяется в случае когда возможное несоответствие оказы-

## Процесс проектирования с точки зрения ключевых характеристик продукта

Критические Элементы (КЭ) и Ключевые Характеристики (КХ) – Что это?



**Особые требования**  
Обеспечение сопряжено с высоким риском, поэтому необходимо их включение и учет в процессе управления рисками

**Критические Элементы**  
Оказывают значительный эффект на создание и/или использование продукта

**Ключевые Характеристики**  
Значительно влияют на совместимость, эффективность, срок службы или реализуемость продукта (требуются особые меры для контроля вариаций)

**Рисунок 2** – Схема процесса проектирования продукции с точки зрения ключевых характеристик

вадет значительный негативный эффект на создание или эксплуатацию продукции, ключевые характеристики должны быть сформированы исходя из свойств совместимости компонентов, эффективности, срока службы или реализуемости продукции. Получение адекватного перечня ключевых характеристик продукта способствует

эффективному решению задачи определения соответствующих ключевых характеристик процессов их получения.

На рисунке 3 представлен обобщенный в рамках алгоритма подход по выделению ключевых характеристик продукта. Алгоритм разделен на семь шагов, в рамках которых образуют-

### Процесс структурирования ключевых характеристик продукта включает в себя 7 основных шагов

Критические Элементы (КЭ) и Ключевые Характеристики (КХ) – Как применять?

- 01 Изучение необходимых показателей производительности, КЭ и КХ
- 02 Планирование производственного процесса или процесса ТОиР
- 03 Применение процесса в пробном режиме для получения данных
- 04 Анализ данных для принятия мер
- 05 Принятие мер после изучения показателей эффективности процесса
- 06 Дальнейший мониторинг процесса во время производства
- 07 Управление изменениями процесса

## 7 ОСНОВНЫХ ШАГОВ

#### Процесс структурирования ключевых характеристик продукта включает в себя 7 основных шагов – Подробно (1/3)

Критические Элементы (КЭ) и Ключевые Характеристики (КХ) – Как применять?

**01** Изучение необходимых показателей производительности, КЭ и КХ



- > Предварительно обеспечить четкое понимание заказчика, внутренних требований и правил проектирования
- > Создание универсальной команды для изучения КЭ и/или ОП продукта
- > Учет требований, обусловленных продуктом, процессом и заказчиком, в контексте приемлемого метода контроля производства или обслуживания

**02** Планирование производственного процесса или процесса ТОиР



- > Преобразование КХ продукта в КХ процесса, то есть использование преимуществ автоматизации процесса управления оборудованием
- > Разработка процесса, который обеспечит быструю реакцию на все изменения жизненных циклов процесса и продукта

**03** Применение процесса в пробном режиме для получения данных



- > Внедрение процесса с обеспечением надлежащего метода для сбора данных
- > Получение информации о вариациях параметров процесса и вариациях конечного продукта относительно КХ

б)

#### Процесс структурирования ключевых характеристик продукта включает в себя 7 основных шагов – Подробно (2/3)

Критические Элементы (КЭ) и Ключевые Характеристики (КХ) – Как применять?

**04** Анализ данных для принятия мер



- > Интерпретирование данных для сопоставления показателей автоматизации и вариаций при производстве
- > Подготовленные решения на основе объективной информации могут помочь избежать "сюрпризов" на стороне производителя, ТОиР и, в конце концов, заказчика и конечного пользователя

**05** Принятие мер после изучения показателей эффективности процесса



- > Улучшение эффективности процесса и качества продукта с помощью полученной информации
- > Во избежание новых проблем необходимо выявление отдельных инцидентов и возможных нарушений в производственном процессе

**06** Дальнейший мониторинг процесса во время производства



- > Мониторинг выявленных КХ процесса, управления и продукта может показать эффект от реализованных улучшений
- > Дальнейший мониторинг процесса производства крайне необходим для выявления момента возможного возникновения вариации до того, как она негативно отразится на заказчике

в)

#### Процесс структурирования ключевых характеристик продукта включает в себя 7 основных шагов – Подробно (3/3)

Критические Элементы (КЭ) и Ключевые Характеристики (КХ) – Как применять?

**07** Управление изменениями процесса



- > При изменении процесса любое решение должно основываться на имеющихся данных, чтобы надлежащим образом реализовать запланированные изменения с учетом требований по Критическому элементу и соответствующей Ключевой характеристике
- > Документирование любого запланированного изменения, в том числе причин изменения



г)

Рисунок 3 – Семь шагов определения ключевых характеристик продукта в процессе проектирования

ся связи между характеристиками продукта и процессов.

Какие преимущества несет за собой решение задачи выделения ключевых характеристик, на этот вопрос достаточно полно отвечает информация, представленная на рисунке 4.

Во всех случаях, с учетом сложившейся высокой конкуренции на автомобильных рынках, а также учитывая широкую номенклатуру возможных конструкций выпускаемой автомобильной техники на современном автосборочном предприятии, автопроизводитель должен развивать инструменты, связанные со своевременным поиском и реализацией параметров отражающих ключевые характеристики и со-

ответствующие им ключевые элементы новых продуктов для обеспечения наиболее полного удовлетворения потребительского сообщества продукцией и услугами обладающими самым высоким уровнем качества (рисунок 5).

Аспекты, определяющие наиболее важные особенности организации работы в рамках проектов по позициям определения и управления ключевыми и критическими параметрами, могут быть представлены в виде пирамиды менеджмента (рисунок 6), в которой предложены соответствующие уровни иерархии рассматриваемых параметров.

Основные отличия между критическими элементами и ключевыми характеристиками представлены схематично на рисунке 7, а основные

## Повышение качество продукции, снижение потерь и сокращение расходов – основные преимущества данного подхода

Критические Элементы (КЭ) и Ключевые Характеристики (КХ) – Преимущества

### ПРЕИМУЩЕСТВА

- > Полный учет специальных/сложных условий и/или ключевых элементов при проектировании компонента или узловой сборке
- > При надлежащем выявлении и правильном управлении/контроле КХ:
  - Повышается качество продукции
  - Снижаются потери
  - Сокращаются расходы, в том числе путем ограничения областей контроля или снижения числа контрольных мер
  - Растет удовлетворенность заказчиков
- > Профилактика, вместо корректирующих мер



Рисунок 4 – Преимущества, возникающие при процессном решении задачи выделения ключевых характеристик продукции

## Ключевые Элементы и Ключевые Характеристики – Области и ситуации, в которых они применимы

Критические Элементы (КЭ) и Ключевые Характеристики (КХ) – Зачем они?



### Области применения:

- > Контроль составляющих продукта, компонента, процесса с учетом их влияния на реализуемость, эффективность, качество, надежность, возможность обслуживания или безопасность путем внедрения четкого плана контроля
- > На этапе разработки концепции и проектирования продукта универсальная команда (УК) должна найти и заявить составляющие, оказывающие сильное влияние на продукт



### КЭ и КХ применимы:

- > Для новых программ и разработок при наличии высокого риска невыполнения условия
- > Если условия производителя необходимо соблюдать по желанию заказчика или для использования продукта
- > Когда требуемые условия находятся на предельном уровне технической и/или производственной возможности
- > Для находящихся в производстве продуктов/деталей с целью совершенствования технологии

Рисунок 5 – Графическая интерпретация вопроса необходимости определения ключевых характеристик и ключевых элементов продукции автомобилестроения

## Критические Элементы (КЭ) и Ключевые Характеристики (КХ) – Определение и учет при проектировании

Критические Элементы (КЭ) и Ключевые Характеристики (КХ) – Что это?

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ

#### Критические Элементы (КЭ)

> это составляющая Продукта/Процесса, способная вызвать серьезные последствия в случае ее несоответствия или даже допустимого отклонения от спецификации

#### Ключевые Характеристики (КХ)

> это составляющая Продукта/Процесса, вариация (отклонение от нормы) которой значительно влияет на конечный продукт



Рисунок 6 – Пирамида менеджмента в вопросах управления критическими характеристиками и ключевыми элементами продукции в процессе проектирования

## Критические Элементы (КЭ) и Ключевые Характеристики (КХ) - Основные различия

Критические Элементы (КЭ) и Ключевые Характеристики (КХ) – Что это?

#### Критические Элементы (КЭ)

> Важные составляющие, которые в результате должны соответствовать определенному допуску, независимо от положения результата в диапазоне допуска  
> Пример: грузовик помещается в гараж



#### Ключевые Характеристики (КХ)

> Важные составляющие, которые в результате должны быть наиболее приближены к номинальному значению допуска  
> Пример: грузовик расположен как можно ближе к центру гаража



Рисунок 7 – Отличия критических элементов от ключевых характеристик продукции

## Инструмент управления критическими параметрами продукта – Основные принципы

Критические Элементы (КЭ) и Ключевые Характеристики (КХ)

### ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРОДУКТА

#### Основные принципы КЭ и КХ:

> Некоторые элементы или составляющие продукта, компонента или процесса влияют на производительность сильнее других  
> Управление условиями, сопряженными с высоким риском, повысит вероятность успешной эксплуатации



Рисунок 8 – Аспекты принятия решений в области управления критическими параметрами продукции

принципы принятия управленческих решений с точки зрения качества по критическим параметрам продукта, предложены на рисунке 8.

И общим и частным инструментом валидации на этапах определения ключевых характеристик, критических параметров продукции в процессе проектирования может выступать системный экспертный инструмент Design Review. Концепция реализации данного инструмента, а также рекомендации по его успешному внедрению предложены на рисунке 9.

Как применить инструмент Design Review в рамках процесса проектирования новых автомобилей? На этот вопрос отвечают две процессные схемы, в рамках которых предложена соответствующая интеграция экспертного инструмента управления качеством (рисунок 10).

В качестве примера решения задачи по выделению ключевых характеристик продукции

можно представить примерный шаблон для их определения с учетом веса, на основе применения экспертных методов оценки и соответствующих стандартизованных форм принятия решения, а также принятия того или иного решения по рассматриваемой характеристике (рисунок 11).

Другой пример, отражает комплексное решение задачи связанное с определением ключевых характеристик продукции по основным системам автомобиля (рисунок 12).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Строганов, В.И.* Итоги и перспективы развития электромобилей и автомобилей с гибридными силовыми установками / В.И. Строганов, В.Н. Козловский // *Электроника и электрооборудование транспорта.* – 2012. – № 2-3. – С. 2-8.
2. *Заятров, А.В.* Анализ и оценка взаимосвязей меж-



а)

Для реализации процесса валидации проектных (Design Review) решений необходимо внедрить следующие рекомендации

Рекомендации по внедрению валидации проектных решений (Design Review)

- Разработать регламент процесса валидации проектных решений

---

- Процесс валидации использовать только для ключевых компонентов (напр., класс критичности 0 и 1)

---

- Обеспечить подготовку необходимого объема информации каждой из участвующих сторон группы экспертов для рассмотрения на Design Review

---

- Разработать формы для оформления результатов Design Review

---

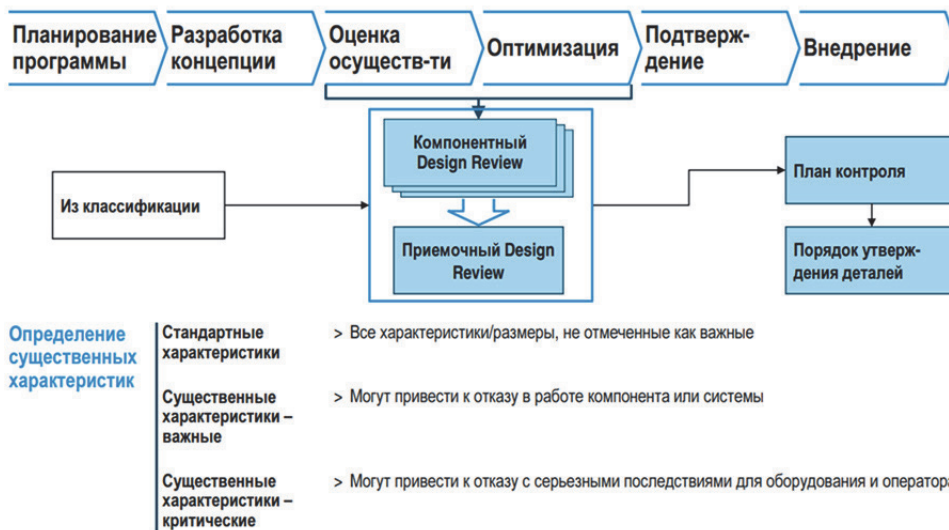
- Обеспечить в ТЦ контроль принятых решений по результатам Design Review

б)

Рисунок 9 – Инструмент валидации проектных решений Design Review



а)



б)

Рисунок 10 – Интеграция экспертного инструмента Design Review в процесс проектирования новой продукции

Предлагаемый шаблон для задачи "Экспертное решение"



Рисунок 11 – Пример шаблона по выбору ключевых характеристик и элементов продукции на стадии проектирования

## Предлагаемый шаблон для задачи "Экспертное решение"

Компонент/Решение	20%		15%		20%		15%		15%		70%		50%	
	Относительная доля в себестоимости авто	Степень отнесение к стратегическим ключевым компетенциям?	Уровень компетенций: Инжиниринг	Уровень компетенций: Тех. процесс	Уровень компетенций: Производство (имеются ли производственные мощности)	Необходимость в инвестициях	Общий бал	Большее 70%	50-80%	Ниже 50%	Делать	Совмещать	Покупать	
Двигатель	100%	Высокая	Высокий	Средний	Средний	Низкая	90%	✓						
Мосты	90%	Средняя	Высокий	Высокий	Высокий	Низкая	93%	✓						
Кабина	60%	Средняя	Средний	Низкий	Низкий	Низкая	62%		✓					
Коробка передач	50%	Средняя	Высокий	Высокий	Средний	Низкая	82%	✓						
Барabanные тормозные механизмы	10%	Средняя	Средний	Низкий	Низкий	Низкая	55%		✓					
Подвеска	10%	Средняя	Высокий	Высокий	Средний	Низкая	75%	✓						
Ось	20%	Высокая	Высокий	Высокий	Средний	Низкая	82%	✓						
Рама	20%	Средняя	Высокий	Высокий	Средний	Низкая	75%	✓						
Диски колес	10%	Высокая	Высокий	Высокий	Средний	Низкая	77%	✓						
Карданные валы	10%	Низкая	Средний	Низкий	Средний	Низкая	53%		✓					
Топливный бак	10%	Низкая	Высокий	Низкий	Низкий	Высокая	43%			✓				
РК	10%	Низкая	Средний	Низкий	Высокий	Низкая	58%		✓					
Система выпуска	5%	Низкая	Низкий	Низкий	Низкий	Низкая	43%				✓			
Дисковые тормозные механизмы	5%	Низкая	Низкий	Низкий	Низкий	Низкая	43%				✓			
ГУР	15%	Высокая	Средний	Высокий	Высокий	Высокая	72%	✓						
Сцепление	3%	Низкая	Средний	Низкий	Высокий	Средняя	53%		✓					
ССУ	15%	Низкая	Средний	Низкий	Низкий	Низкая	48%					✓		
ТСУ	1%	Низкая	Высокий	Средний	Низкий	Высокая	48%						✓	

Рисунок 12 – Пример решения задачи по выделению ключевых характеристик и элементов (систем) автомобиля

- ду традиционными показателями надежности и показателями, используемыми ведущими производителями легковых автомобилей / А.В. Заятров, В.Н. Козловский // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2012. – № 1. – С. 41-43.
3. Козловский В. Комплексная оценка удовлетворенности потребителей качеством автомобилей / В. Козловский, В. Строганов, С. Клейменов // Стандарты и качество. – 2013. – № 5. – С. 94-98.
  4. Немцев, А.Д. Моделирование - инструмент управления качеством продукции / А.Д. Немцев, В.Н. Козловский // Автомобильная промышленность. – 2003. – № 10. – С. 1.
  5. Козловский, В.Н. Комплекс обеспечения качества системы электрооборудования автомобилей / В.Н. Козловский, Д.И. Панюков. – Saarbrücken, 2014.
  6. Panyukov, D.I. highlights of russian experience in implementing ISO/TS 16949 / D.I. Panyukov, V.N. Kozlovskiy // Life Science Journal. – 2014. – Т. 11. – № 8s. – Pp. 439-444.
  7. 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.
  8. 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.
  9. Козловский, В.Н. Проблема стратегического планирования улучшения качества и надежности системы электрооборудования автомобилей / В.Н. Козловский, А.В. Заятров // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2012. – № 1. – С. 44-47.
  10. Panyukov, D. Development and research FMEA expert team model / D. Panyukov, V. Kozlovsky, Y. Klochkov // International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering. – 2020. – Т. 27. – № 5. – С. 2040015.
  11. Ерохина, Л.И. Инновационные механизмы управления потенциалом сферы сервиса в регионе / Ерохина Л.И., Наумова О.Н., Любохинец Л.С., Лешишена В.П. и др. – Тольятти, 2013.
  12. Дебелов, В.В. Моделирование электронной системы регулирования скорости движения легкового автомобиля в режимах поддержания и ограничения скорости / В.В. Дебелов, В.В. Иванов, В.Н. Козловский, В.И. Строганов // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2013. – № 6. – С. 2-7.
  13. Козловский, В.Н. Концепция методологии комплексной программы улучшений / В.Н. Козловский, Д.И. Благовещенский, Д.В. Айдаров, Д.И. Панюков, Р.Д. Фарисов // Стандарты и качество. – 2022. – № 7. – С. 36-42.
  14. Строганов, В.И. Математическое моделирование основных процессов электромобилей и автомобилей с комбинированной силовой установкой / В.И. Строганов, В.Н. Козловский, А.Г. Сорокин, Л.Х. Мифтахова // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 7. – С. 129-132.
  15. Панюков, Д.И. Новое руководство по FMEA: структурный анализ процессов / Д.И. Панюков, В.Н. Козловский, Д.В. Айдаров // Методы менеджмента качества. – 2020. – № 10. – С. 36-42.



## KEY CHARACTERISTICS AND CRITICAL ELEMENTS OF PRODUCTS IN ENGINEERING PROJECTS

© 2024 I.A. Belyaeva, A.S. Klentak, A.S. Podgorny, V.N. Kozlovsky

Samara State Technical University, Samara, Russia

The paper presents the results of the development of tools for determining key characteristics and critical elements in product projects in the mechanical engineering industry.

Keywords: competitiveness, quality, mechanical engineering, key characteristics, critical elements; design.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-6-47-55

EDN: EAOKSN

### REFERENCES

1. *Stroganov, V.I.* Itogi i perspektivy razvitiya elektromobilej i avtomobilej s gibridnymi silovymi ustanovkami / V.I. Stroganov, V.N. Kozlovskij // Elektronika i elektrooborudovanie transporta. – 2012. – № 2-3. – S. 2-8.
2. *Zayatrov, A.V.* Analiz i ocenka vzaimosvyazej mezhdru tradicionnymi pokazatelyami nadezhnosti i pokazatelyami, ispol'zuemymi vedushchimi proizvoditelyami legkovyh avtomobilej / A.V. Zayatrov, V.N. Kozlovskij // Elektronika i elektrooborudovanie transporta. – 2012. – № 1. – S. 41-43.
3. *Kozlovskij V.* Kompleksnaya ocenka udovletvorennosti potrebitelej kachestvom avtomobilej / V. Kozlovskij, V. Stroganov, S. Klejmenov // Standarty i kachestvo. – 2013. – № 5. – S. 94-98.
4. *Nemcev, A.D.* Modelirovanie - instrument upravleniya kachestvom produkcii / A.D. Nemcev, V.N. Kozlovskij // Avtomobil'naya promyshlennost'. – 2003. – № 10. – S. 1.
5. *Kozlovskij, V.N.* Kompleks obespecheniya kachestva sistemy elektrooborudovaniya avtomobilej / V.N. Kozlovskij, D.I. Panyukov. – Saarbrücken, 2014.
6. *Panyukov, D.I.* highlights of russian experience in implementing ISO/TS 16949 / D.I. Panyukov, V.N. Kozlovskiy // Life Science Journal. – 2014. – T. 11. – № 8s. – Pp. 439-444.
7. *Kozlovskij, V.N.* Metodologiya analiza i prognozirovaniya kachestva avtomobilej v ekspluatatsii / V.N. Kozlovskij, D.V. Antipov, A.V. Zayatrov // Aktual'nye problemy ekonomiki. – 2016. – T. 186. – № 12. – S. 387-398.
8. *Kozlovskij, V.N.* Kompleks elektronnyh sistem upravleniya dvizheniem legkovogo avtomobilya s kombinirovannoj silovoj ustanovkoj. Chast' 1 / V.N. Kozlovskij, V.I. Stroganov, V.V. Debelov, M.A. P'yanov // Elektrotekhnicheskie i informacionnye komplekxy i sistemy. – 2014. – T. 10. – № 1. – S. 40-49.
9. *Kozlovskij, V.N.* Problema strategicheskogo planirovaniya uluchsheniya kachestva i nadezhnosti sistemy elektrooborudovaniya avtomobilej / V.N. Kozlovskij, A.V. Zayatrov // Elektronika i elektrooborudovanie transporta. – 2012. – № 1. – S. 44-47.
10. *Panyukov, D.* Development and research FMEA expert team model / D. Panyukov, V. Kozlovsky, Y. Klochkov // International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering. – 2020. – T. 27. – № 5. – S. 2040015.
11. *Erohina, L.I.* Innovacionnye mekhanizmy upravleniya potencialom sfery servisa v regione / Erohina L.I., Naumova O.N., Lyubohinec L.S., Leshchishena V.P. i dr. – Tol'yatti, 2013.
12. *Debelov, V.V.* Modelirovanie elektronnoj sistemy regulirovaniya skorosti dvizheniya legkovogo avtomobilya v rezhimah podderzhaniya i ogranicheniya skorosti / V.V. Debelov, V.V. Ivanov, V.N. Kozlovskij, V.I. Stroganov // Elektronika i elektrooborudovanie transporta. – 2013. – № 6. – S. 2-7.
13. *Kozlovskij, V.N.* Konceptiya metodologii kompleksnoj programmy uluchshenij / V.N. Kozlovskij, D.I. Blagoveshchenskij, D.V. Ajdarov, D.I. Panyukov, R.D. Farisov // Standarty i kachestvo. – 2022. – № 7. – S. 36-42.
14. *Stroganov, V.I.* Matematicheskoe modelirovanie osnovnyh processov elektromobilej i avtomobilej s kombinirovannoj silovoj ustanovkoj / V.I. Stroganov, V.N. Kozlovskij, A.G. Sorokin, L.H. Miftahova // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2014. – T. 17. – № 7. – S. 129-132.
15. *Panyukov, D.I.* Novoe rukovodstvo po FMEA: strukturnyj analiz processov / D.I. Panyukov, V.N. Kozlovskij, D.V. Ajdarov // Metody menedzhmenta kachestva. – 2020. – № 10. – S. 36-42.

*Irina Belyaeva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor. E-mail: toe\_fp@samgtu.ru*

*Anna Klentak, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor. E-mail: anna\_klentak@mail.ru*

*Alexander Podgorny, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor. E-mail: zxcvbnm89207@yandex.ru*

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