



**В.Н. Родионов**, директор по технике и качеству;  
**Т.В. Попова**, главный специалист по системам управления;  
 ЗАО «Самарская кабельная компания»

**А.Я. Дмитриев**, канд. техн. наук, доцент кафедры ПЛА и УКМ;  
**Т.А. Митрошкина**, научный сотрудник;  
 Самарский государственный аэрокосмический университет имени  
 С.П. Королева Национальный исследовательский университет

# МЕТОД РАЗРАБОТКИ ИННОВАЦИЙ С УЧЕТОМ РИСКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ АВТОТРАКТОРНЫХ ПРОВОДОВ

В настоящее время высоких технологий и стремительных глобальных перемен выполнение современных требований международных стандартов и повышение конкурентоспособности продукции и промышленных предприятий возможно исключительно при условии эффективного управления инновационной деятельностью и рисками.

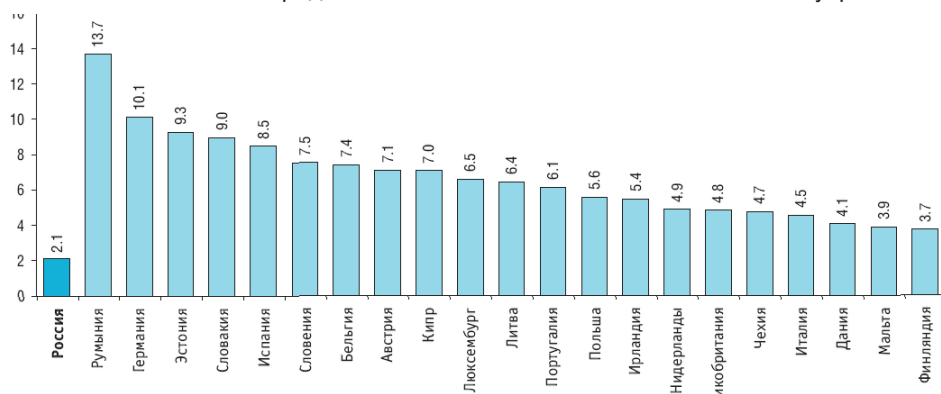
Цель настоящей работы – описать метод учета риска при разработке направлений инновационных изменений кабельной продукции.

## Основные задачи работы

1. Продемонстрировать возможные направления инновационных исследований.
2. Обосновать использование методов менеджмента качества QFD и FMEA при разработке инновационной продукции.
3. Продемонстрировать метод учета риска при разработке инновационной продукции на примере автотракторных проводов, выпускаемых в ЗАО «Самарская кабельная компания».

## Инновационные направления

В общепринятом смысле инновация – это нововведение в области техники, технологии, организации труда или управления, основанное на использовании достижений науки и передового опыта, обеспечивающее качественное повышение эффективности системы или качества продукции и услуг. Инновационным считается комплексный проект, в составе которого представлено не менее 25 % высоких технологий. В свою очередь высокие технологии – это



**Рис. 1.** Вновь введенные или подвергавшиеся значительным технологическим изменениям инновационные товары, работы, услуги, новые для рынка (в процентах от общего объема отгруженных товаров, выполненных работ, услуг)

научно-технологические разработки, имеющие международный или национальный приоритет [1].

Федеральной службой государственной статистики [2] отмечается низкий уровень количества инноваций в России (рис. 1).

Структура инноваций российских предприятий (добывающих, обрабатывающих производств, предприятий по производству и распределению электроэнергии, газа и воды), по данным Федеральной службы государственной статистики, из года в год практически не изменяется [2]. Наибольшее внимание уделяется приобретению машин и оборудования (рис. 2).

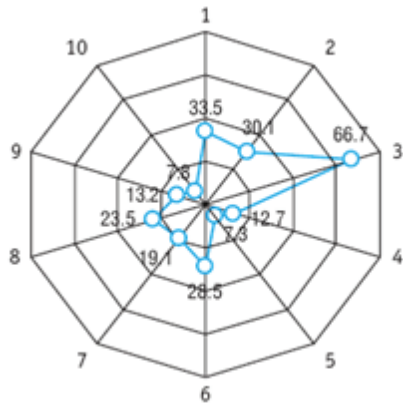
В сравнении с европейскими государствами удельный вес затрат на исследования и разработки остается незначительным (рис. 3).

В то же время международные компании в большей степени ориентированы на организационные инновации, исследования и разработку. Так, например, фирма Sony ежегодно предлагает около тысячи новых изделий (примерно 4 изделия каждый рабочий день) и затрачивает на исследования и разработки 5,7 % от объема продаж [1]. Компания General Motors расходует 4 % от объема продаж на НИОКР. В General Electric Company 7 % от общей численности занятых составляют научные работники и инженеры, занятые в НИР.

## Системы и методы менеджмента в инновациях

Успешное внедрение инновационных технологий зависит от системы управления предприятием. По оценкам специалистов по управлению, причины более 85 % проблем носят системный характер. Инновации в системе управления предприятием на основе лучших мировых достижений, закреплённых в международных стандартах и методах менеджмента качества, существенно повышают результативность как новых, так и существующих технологий, а в целом повышают конкурентоспособность предприятий.

Требования международных стандартов ISO 9001 «Системы менеджмента качества», ISO 14001 «Системы управления окружающей средой».



- 1 – исследования и разработки
- 2 – производственное проектирование
- 3 – приобретение машин и оборудования
- 4 – приобретение новых технологий
- 5 – из них приобретение прав на патенты, лицензий
- 6 – приобретение программных средств
- 7 – другие виды подготовки производства
- 8 – обучение и подготовка персонала
- 9 – маркетинговые исследования
- 10 – прочее

Рис. 2. Структура инноваций на российских предприятиях

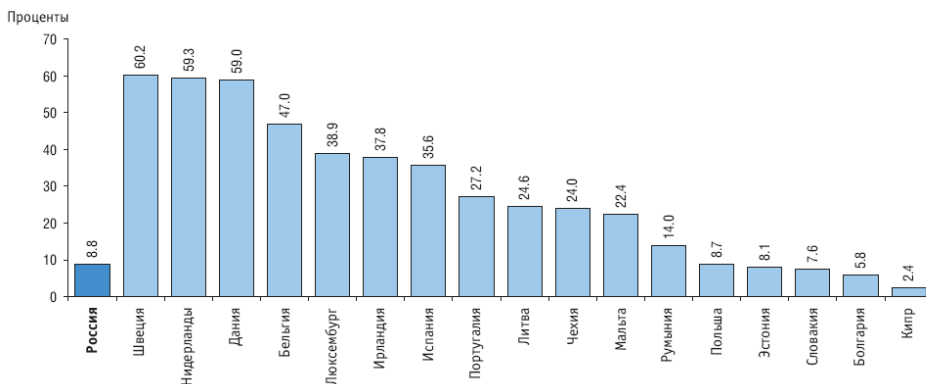


Рис. 3. Удельный вес затрат на исследования и разработки, выполненные собственными силами, в общих затратах на технологические инновации

Требования и руководство по применению», ГОСТ 12.0.230–2007 (OHSAS 18001) «Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда», а также применение методов менеджмента качества «развертывание функции качества» (Quality Function Deployment – QFD), «анализ видов, причин и последствий потенциальных несоответствий» (Potential Failure Mode and Effects Analysis – FMEA), методов энергоресурсосбережения и информационной безопасности направлены на помощь предприятиям в развитии или усовершенствовании базовой системы менеджмента, чтобы обеспечить ее постоянное улучшение, предотвращение ошибок, снижение нестабильности и бюрократичности менеджмента [3].

Неотъемлемой частью инновационного направления развития кабельной промышленности являются разработка инновационной продукции и применение автоматизированных систем проектирования, моделирования и доводки технологических процессов производства. Важнейшим способом определения направлений инноваций продукции и технологического процесса является метод развертывания функции качества. Существуют следующие особенности реализации этого метода в современных условиях:

- используется большое количество экспертиз (привлекаются эксперты различных уровней и специализаций), что ведет к отличиям в оценочных шкалах и результирующих оценках;
- сложность понимания и расчетов в традиционной реализации метода;

– при комплексной автоматизации технологических процессов, важное значение имеет моделирование в реальном масштабе времени.

При проектировании и разработке автомобильной продукции (в том числе автотракторного провода) важность и необходимость использования методов QFD и FMEA определяют требования планирования процессов жизненного цикла продукции и исследования процессов, связанных с потребителями (требования ISO/TS 16949 пп.7.1, 7.2) и выполнения процедур APQP/CP, ANPQP для автопроизводителей Renault-Nissan, Ford, GM, Chrysler. Эффективное использование инженерных методов QFD и FMEA позволяет достичь синергетического эффекта в управлении инновациями и рисками не только для автомобильной продукции, где есть жесткое требование применения этих методов, но и при разработке другой инновационной продукции и технологий кабельной промышленности.

«Развертывание функции качества» – это методология систематического и структурированного преобразования пожеланий потребителей в требования к качеству продукции, услуги и/или процесса [4]. Метод QFD

уже давно и с успехом используется различными компаниями в Японии и США, широко внедряется в Европе. Метод реализуется с использованием матричной диаграммы, названной в соответствии со своей формой «Дом качества» (House Of Quality, HOQ). В развернутом виде QFD включает четыре фазы, и на каждой из них строится свой Дом качества HOQ.

После преобразования потребительских характеристик в технические (фаза № 1), последние преобразуются в характеристики компонентов (фаза № 2), далее – в параметры процессов (фаза № 3), а затем в требования к исполнению операций (фаза № 4). В настоящее время существует множество различных вариантов применения метода QFD, например некоторые производители используют только отдельные фазы (часто только фазу № 1). Использование первых двух фаз QFD (применение QFD I и II уровня) достаточно подробно описывается в зарубежных и российских источниках [4] и в настоящее время получает распространение в практике российских предприятий.

Цель применения «метода анализа видов, причин и последствий потенциальных несоответствий» – управление риском и совершенствование продукции и процессов производства (в том числе повышение качества и сокращение затрат) за счет принятия своевременных и всесторонне обоснованных управленческих решений [5].

В настоящее время в России метод FMEA начинает широко применяться на практике. Это формализованная, контролируемая процедура качественного и количественного анализа несоответствий объекта и рисков. Метод заключается

в выделении на некотором уровне детализации его структуры возможных/наблюдаемых несоответствий, в прослеживании (на всех уровнях детализации) причинно-следственных связей, обуславливающих возникновение несоответствий и их последствий, а также – в качественной и количественной оценке и ранжировании несоответствий/причин по тяжести последствий. Методология анализа предусматривает выбор на основе сделанных оценок корректирующих/предупреждающих действий и установление их эффективности по снижению тяжести последствий, документирование в целях сохранения информации.

Приоритетное число риска (ПЧР), определенное в результате применения FMEA, является обобщенной количественной характеристикой несоответствия (его причины или

последствия – в зависимости от области применения метода и объекта анализа), учитывающей его значимость и вероятности возникновения и обнаружения. Ранги значимости (S), возникновения (O), обнаружения (D) – это количественные экспертные оценки значимости, вероятностей возникновения и обнаружения последствия несоответствия по шкале 1 ... 10. Значение ПЧР определяется как произведение рангов значимости, возникновения, обнаружения, то есть приоритетное число риска вычисляется по формуле (1).

$$ПЧР = S \times O \times D, \quad (1)$$

где S, O, D – полученные экспертные оценки значимости, возникновения, обнаружения.

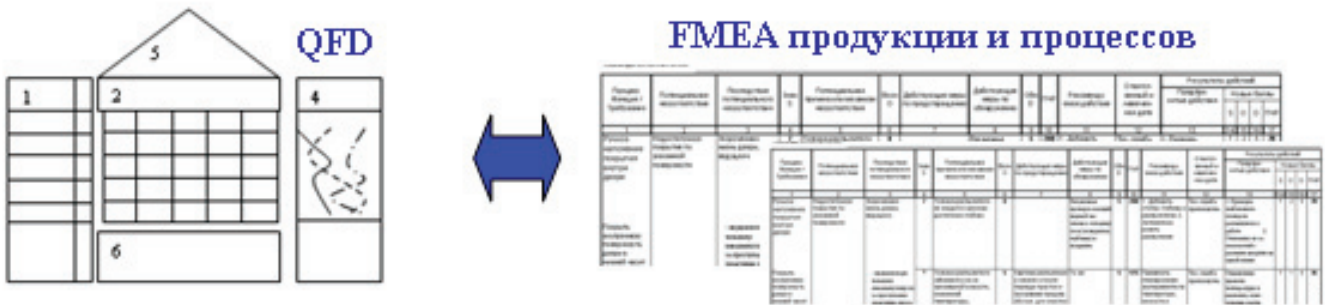


Рис. 4. Схема совместного использования методов QFD и FMEA

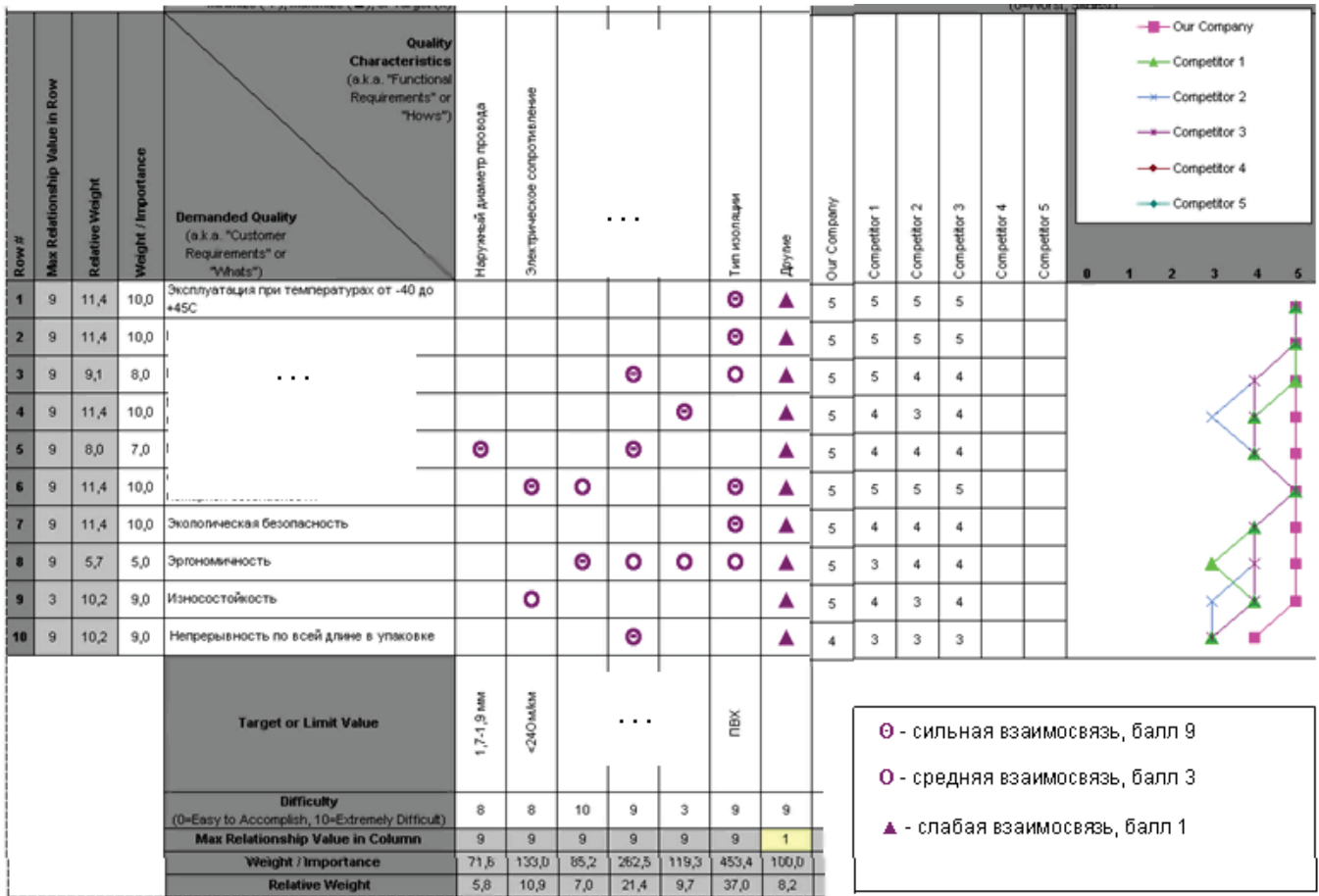


Рис. 5. Дом качества QFD I уровня

Row #	Max Relationship Value In Row	Relative Weight	Weight / Importance	Demanded Quality (a.k.a. "Whats")	Quality Characteristics (a.k.a. "Hows")																			
					Наличие вредных металлов	Количество проволок	Напряжение проволок в скрутке	Электрическое сопротивление ТПЖ	...	Относительное удлинение проволоки	Диаметр проволоки	Толщина изоляции	Другие											
1	9	5,8	71,6	Наружный диаметр провода	○	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
2	9	10,9	133,0	...	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
3	9	7,0	85,2		△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4	9	21,4	262,5		△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5	9	9,7	119,3		△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6	9	37,0	453,4	Тип изоляции	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
7	1	8,2	100,0	Другие	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Target or Limit Value	Difficulty (0=Easy to Accomplish, 10=Extremely Difficult)																							
	Отсутствие	24	Равномерное	<24 Ом/км	...	>15%	0,186 мм	>0,24 мм																
Difficulty	8	8	7	5	5	8	9	9	9	9	9	9	9	7	7	7								
Max Relationship Value in Column	3	9	3	9	9	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	1
Weight / Importance	111,0	70,4	48,1	296,4	87,7	140,3	365,7	344,0	378,5	97,7	298,9	245,5	245,5	546,0	100,0									
Relative Weight	3,3	2,1	1,4	8,8	2,6	4,2	10,8	10,2	11,2	2,9	8,9	7,3	7,3	16,2	3,0									

Рис. 6. Дом качества QFD II уровня

**Интегральный метод обеспечения инноваций с учетом риска**

Используя при разработке новой продукции или модернизации существующей метода развертывания функции

качества, возможно и необходимо использовать результаты проведенных FMEA анализов аналогичной продукции и процессов, экспертизы опыта и знаний. В то же время при планировании FMEA продукции и процессов учитываются данные полученные в результате применения метода

Элемент конструкции: двухслойная изоляция провода					Подсистема					
ПВАМ					Компонент					
Модельный год/автомобиль -					Ответственный за проект					
Ключевая дата -										
Основная команда:		Воропаев С.В.		Зуев А.А.		Попова Т.В.		Харьков		
Подгруппы:										
Издe-ние/функ-ция	Вид потен-циального отказа	Последст-вия потен-циального отказа	S	л а с	Потенциаль-ная причина или меха-низм отказа	О	Дейст-вующие меры по предот-враще-нию	Д	П Ч Р	
3	Стой-кость изоля-ции к внеш-ним воздей-ствующим факто-рам	Низкая стойкость изоляции к внешним воздействующим факторам	10	3.1	Низкая тепло и холо-лостойкость.	7	Подбор шпакля: с тальком.	3	210	0
12	Не-равно-мерная толщина изоляции по ок-руглости (эксцен-триситет); за-висит от толщины изоляции	Трещины на изоляции	10	10	потеря изоляци-онных свойств	10	12.1 Попада-ние в дорн посторонних тел/металл	2		автомати-ческий кон-троль и протоколи-
13	Диам-етр про-вода не-же мини-мального размера	корот замык	10	10	потеря изоляци-онных свойств, короткое замыкание	10	13.1 Несоот-ветствие ско-рости экс-трудера и тяги	3		автомати-ческой кон-троль и протоколи-рование диаметра провода; автомати-ческой кон-троль соответствия и оставовка лопки при рассогласо-ваниях

Рис. 7. Выдержки из протоколов DFMEA, PFMEA