



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЕиС  
И.Ю. Мезин

30.01.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ**

Направление подготовки (специальность)  
27.04.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль/специализация) программы  
Испытания и сертификация

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Технологии, сертификации и сервиса автомобилей
Курс	1
Семестр	1, 2

Магнитогорск  
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 27.04.01 Стандартизация и метрология (приказ Минобрнауки России от 11.08.2020 г. № 943)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса автомобилей  
23.01.2023, протокол № 5

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
30.01.2023 г. протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры ТСИСА, канд. техн. наук \_\_\_\_\_

Е.Г. Касаткина

Рецензент:  
профессор кафедры ТОМ, д-р техн. наук \_\_\_\_\_

М. А. Полякова

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса автомобилей

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса автомобилей

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Цель изучения дисциплины «Методы и инструменты управления качеством» – ознакомить студентов с основными принципами и методами обеспечения и управления качеством продукции, а также с основными методами оценки уровня качества и его контроля в производстве металлопродукции.

Задачами изучения дисциплины является формирование у студентов комплекса знаний по следующим ее разделам: основные цели и задачи управления качеством продукции; планирование качества; ключевые элементы и инструменты QFD; FMEA-анализ, FTA-анализ; методы и инструменты контроля и управления качеством; обеспечение качества в производстве металлопродукции.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Методы и инструменты управления качеством входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в рамках программы подготовки бакалавра в результате изучения дисциплин Технология производства металлопродукции, Стандартизация, Управление качеством, Системы менеджмента качества, Статистические методы контроля и управления качеством.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Сертификация продукции, процессов и услуг

Аудит качества

Интегрированные системы менеджмента качества

Основы теории эксперимента

Производственная - научно-исследовательская работа

Сертификация систем качества

Подготовка и сдача государственного экзамена

Подготовка к защите и процедура защиты выпускной квалификационной работы

Производственная - практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

Производственная-преддипломная практика

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Методы и инструменты управления качеством» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способен проводить оценку метрологического и нормативного обеспечения производства, стандартизации и оценки соответствия на основе использования прогрессивных методов и средств
ПК-2.1	Проводит работы по управлению контролю качества и безопасности продукции на всех стадиях жизненного цикла
ПК-2.2	Применяет методы и средства получения измерительной информации при различных видах измерений и контроля продукции на предприятии.

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 75,3 акад. часов;
- аудиторная – 72 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,3 акад. часов;
- самостоятельная работа – 105 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен, зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Методы и инструменты контроля качества								
1.1 Основные цели и задачи управления качеством продукции	1	2		2		- самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос (собеседование)	ПК-2.1, ПК-2.2
1.2 Планирование качества		4		4/4И	5	- самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос (собеседование)	ПК-2.1, ПК-2.2
1.3 Развертывание Функции Качества		4		4/2И	5	- самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос (собеседование)	ПК-2.1, ПК-2.2
1.4 FMEA-анализ		4		4/4И	12	- самостоятельное изучение учебной и научной литературы -выполнение домашнего задания	Устный опрос (собеседование) Защита работы	ПК-2.1, ПК-2.2
1.5 Простые инструменты контроля		4		4	11,1	- самостоятельное изучение учебной и научной литературы -выполнение домашнего задания	Устный опрос (собеседование) Защита работы	ПК-2.1, ПК-2.2

Итого по разделу	18		18/10И	33,1			
Итого за семестр	18		18/10И	33,1		экзамен	
2. Методы планирования и управления качеством							
2.1 Инструменты планирования качества			14/4И	15	- самостоятельное изучение учебной и научной литературы - выполнение домашнего задания	Устный опрос (собеседование)	ПК-2.1, ПК-2.2
2.2 Методы мотивации персонала			8/4И	25	- самостоятельное изучение учебной и научной литературы - выполнение домашнего задания	Устный опрос (собеседование)	ПК-2.1, ПК-2.2
2.3 Конкурсы и премии по качеству			8/6И	20	- самостоятельное изучение учебной и научной литературы - выполнение домашнего задания	Устный опрос (собеседование)	ПК-2.1, ПК-2.2
2.4 Бенчмаркинг			6	11,9	- самостоятельное изучение учебной и научной литературы - написание реферата	Устный опрос (собеседование) Защита работы	ПК-2.1, ПК-2.2
Итого по разделу			36/14И	71,9			
Итого за семестр			36/14И	71,9		зачёт	
Итого по дисциплине	18		54/24И	105		экзамен, зачет	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Методы и инструменты управления качеством» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций с коллективным обсуждением какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений. При этом цели дискуссии тесно связаны с темой лекции.

Передача теоретических данных происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Практические занятия проводятся в виде семинаров-дискуссий, на которых обсуждаются и решаются практические проблемы курса, используется работа в команде.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовке к экзамену и итоговой аттестации.

Самостоятельная работа студентов проводится под контролем преподавателя в форме внеаудиторной консультации при подготовке к выполнению домашних заданий с самостоятельным подбором источников и литературы.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Воробьёв, А. А. Системы менеджмента качества : учебное пособие / А. А. Воробьёв, Н. Ю. Шадрина, А. М. Будюкин. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2022. — 63 с. — ISBN 978-5-7641-1770-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/264698> (дата обращения: 11.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Тюлин, А. Е. Корпоративное управление. Методологический инструментарий : учебник / А.Е. Тюлин. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 216 с. — (Высшее образование: Магистратура). — [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_5c63bdeb243f47.30666290](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5c63bdeb243f47.30666290). - ISBN 978-5-16-014581-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1019338> (дата обращения: 11.04.2023). - Режим доступа: по подписке.

2. Дунченко, Н. И. Управление качеством продукции. Пищевая промышленность. Для магистров : учебник / Н. И. Дунченко, М. П. Щетинин, В. С. Янковская. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 244 с. — ISBN 978-5-8114-4999-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130478> (дата обращения: 11.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Артяков, В. В. Управление инновациями. Методологический инструментарий : учебник / В.В. Артяков, А.А. Чурсин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 206 с. — (Высшее образование: Магистратура). — [www.dx.doi.org/10.12737/textbooks\\_1013514.Chursin](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbooks_1013514.Chursin). - ISBN 978-5-16-014965-3. - Текст : электронный. -

URL: <https://znanium.com/catalog/product/1058383> (дата обращения: 11.04.2023). – Режим доступа: по подписке.

4. Кайнова, В. Н. Статистические методы в управлении качеством : учебное пособие / В. Н. Кайнова, Е. В. Зимина ; под общей редакцией В. Н. Кайновой. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-3664-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206735> (дата обращения: 11.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Байда, Е. А. Средства и методы управления качеством : учебное пособие / Е. А. Байда. — Омск : СибАДИ, 2021. — 160 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/192328> (дата обращения: 11.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **в) Методические указания:**

Методические указания по выполнению индивидуальных домашних заданий представлены в приложении 3.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Браузер Yandex	свободно	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно

##### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?local e=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?local e=ru</a>



## **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа - Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
2. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - Доска, мультимедийный проектор, экран
3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся - Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
4. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

По дисциплине предусмотрена внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала; выполнения домашних заданий и написания рефератов.

#### Домашнее задание №1

1. Проведение FMEA-анализа конкретной продукции или процесса производства (по результатам прохождения производственной практики). Разработка корректирующих мероприятий.

#### Примерные темы домашнего задания №2

1. Подготовить реферат
2. Подготовить презентацию

№	Тема	Ф.И.О.	Дата
1	APQP		
2	Метод ОЕЕ ( <i>Overall Equipment Effectiveness</i> )		
3	Метод шести думающих шляп де Боно		
4	Модель принятия решений Врума-Йеттона-Яго		
5	Матрица BCG		
6	Тайм-менеджмент		
7	Управление рисками		
8	Модель Адизеса		
9	GAP-анализ		
10	Метод Уолта Диснея		
11	Матрица Эйзенхауэра		
12	PEST-анализ		
13	8D		
14	Анализ измерительных систем MSA		

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-2: Способен проводить оценку метрологического и нормативного обеспечения производства, стандартизации и оценки соответствия на основе использования прогрессивных методов и средств		
ПК-2.1	Проводит работы по управлению контролю качества и безопасности продукции на всех стадиях жизненного цикла	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сущность стандартов ИСО серии 9000.</li> <li>2. Установление целей в области качества: стратегические задачи, оперативные цели, структурирование целей.</li> <li>3. Функции качества.</li> <li>4. Основы управления качеством: экономические методы, организационно-распорядительные, научно-технические, социально-психологические.</li> <li>5. Планирование качества: объекты планирования, задачи планирования, принципы, планы качества</li> </ol>
ПК-2.2:	Применяет методы и средства получения измерительной информации при различных видах измерений и контроля продукции на предприятии.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы контроля качества</li> <li>2. Структурирование функции качества (<i>QFD</i>).</li> <li>3. FMEA-анализ. Этапы проведения FMEA-анализа.</li> <li>4. Простые инструменты контроля качества</li> <li>5. Новые инструменты контроля качества</li> <li>6. Построить гистограмму на основании предложенной выборки</li> <li>7. Построить диаграмму Парето. Провести анализ качества продукции</li> <li>8. Построить диаграмму взаимосвязей причин низкого качества продукции</li> <li>9. Построить древовидную диаграмму поиска истинных причин проблемы «неудовлетворительная успеваемость»</li> <li>10. Построить сетевой граф по выполнению задачи «сертификация продукции»</li> <li>11. По даны контроля рассчитать параметры контрольных карт и построить <math>\bar{X}</math>-R карту.</li> </ol>

### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

### ***Показатели и критерии оценивания зачета:***

на оценку **«зачтено»** студент должен показать высокий уровень знания материала по дисциплине на уровне воспроизведения и объяснения информации, продемонстрировать знание и понимание законов дисциплины, умение оперировать этими знаниями в профессиональной деятельности;

на оценку **«не зачтено»** студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации по дисциплине, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, умение критически оценивать свои личностные качества, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ  
«Проведение FMEA конкретной продукции или процесса производства (по  
результатам прохождения производственной практики). Разработка  
корректирующих мероприятий»**

**Задание.**

1. Изучить технологию производства конкретной продукции и разработать схему технологического процесса
2. Провести FMEA продукции или процесса и заполнить протокол FMEA
3. Подготовить доклад и презентацию

**Введение**

FMEA – инструмент, направленный на предотвращение дефектов или снижение негативных последствий от них.

Это достигается благодаря предвидению дефектов или отказов и их анализу, проводимому на этапах проектирования конструкции и производственных процессов.

Цель проведения FMEA:

- анализ и доработка конструкции технического объекта, производственного процесса, системы технического обслуживания и ремонта технического объекта для предупреждения возникновения или ослабления тяжести возможных последствий его дефектов;

- достижение требуемых характеристик безопасности, экологичности, эффективности и надежности.

Задачи, решаемые при проведении FMEA:

- составляют перечень всех потенциально возможных видов дефектов (учитывается опыт изготовления аналогичных объектов и опыт реальных действий и возможных ошибок персонала при процессе производства)

- определяют возможные неблагоприятные последствия от каждого потенциального дефекта, проводят качественный анализ тяжести последствий и количественную оценку их значимости;

- оценивают достаточность предусмотренных в технологическом цикле операций, направленных на предупреждение дефектов в эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте;

- количественно оценивают критичность каждого дефекта обобщенным баллом критичности ПЧР (приоритетное число риска) и при высоком ПЧР ведут доработку конструкции и производственного процесса с целью снижения критичности данного дефекта.

Объектами FMEA-анализа могут быть:

- 1) конструкция изделия
- 2) производственный процесс.
- 3) Бизнес-процессы (документооборот, финансовые процессы и т.д.)
- 4) Процесс эксплуатации изделия

FMEA-конструкции – процедура анализа первоначально предложенной конструкции технического объекта и доработки этой конструкции в процессе работы соответствующей команды. Данный метод позволяет предотвратить запуск в производство недостаточно отработанной конструкции, помогает улучшить конструкцию технического объекта и предусмотреть необходимые меры в технологии изготовления, предупреждая появление или снижая риск дефекта.

FMEA-процесса проводят на этапе разработки производственного процесса и позволяет

- идентифицировать виды потенциальных дефектов процесса изготовления технического объекта;
- оценить потенциальные реакции потребителя на соответствующие дефекты;
- составить ранжированный список потенциальных дефектов процесса.

FMEA - бизнес-процессов обычно производится в подразделениях, выполняющих данный бизнес-процесс. Цель этого вида анализа – обеспечение качества выполнения запланированного бизнес-процесса.

FMEA – процесса эксплуатации. Цель его проведения – формирование требований к конструкции изделия и условиям эксплуатации, обеспечивающим безопасность и удовлетворенность потребителя.

Преимущества применения FMEA

- Обеспечивается качественная проработка элементов конструкции и процесса на этапе проектирования (до начала производства)
- Сильно сокращается изменение первоначальной оснастки
- Уменьшается объем конструктивных доработок
- Лучше выявляются слабые места
- Сокращаются затраты на устранение дефектов и число дефектов.

FMEA- команда – временный коллектив из разных специалистов, созданы специально для анализа и доработки конструкции или процесса изготовления данного технического объекта.

FMEA-команда (межфункциональная команда) представляет собой временный коллектив из разных специалистов, созданный специально для цели анализа и доработки конструкции и/или процесса изготовления данного технического объекта. При необходимости в состав FMEA-команды могут приглашаться опытные специалисты из других организаций.

В своей работе FMEA-команды применяют метод «мозгового штурма»; рекомендуемое время работы — 3-6 часов в день. Для эффективной работы все члены FMEA-команды должны иметь практический опыт и высокий профессиональный уровень. Этот опыт предполагает для каждого члена команды значительную работу в прошлом с аналогичными техническими объектами.

Рекомендуемое число участников FMEA-команды — 4-8 человек. Полный состав участников FMEA-команды для работы с данным техническим объектом должен быть неизменным, однако в отдельные дни в работе FMEA-команды может принимать участие неполный ее состав, что определяется целесообразностью присутствия тех или иных специалистов при рассмотрении текущего вопроса.

Рекомендуется, чтобы члены DFMEA-команды в совокупности имели практический опыт в следующих областях деятельности:

- конструирование аналогичных технических объектов, различные конструкторские решения;
- процессы производства компонентов и их сборка;
- технология контроля в ходе изготовления;
- техническое обслуживание и ремонт;
- испытания;
- анализ поведения аналогичных технических объектов в эксплуатации.

Рекомендуется, чтобы члены PFMEA-команды в совокупности имели практический опыт в следующих областях деятельности:

- конструирование аналогичных технических объектов;
- процессы производства компонентов и их сборка;
- технология контроля в ходе изготовления;
- анализ соответствующих технологических процессов, возможные альтернативные технологические процессы;
- анализ частоты дефектов и контроля работы соответствующего оборудования и персонала.

При необходимости в состав FMEA-команд привлекаются также специалисты с практическим опытом в других областях деятельности.

В случае, когда этапы проектирования конструкции и процессов производства данного технического объекта разделять нецелесообразно, формируют общую FMEA-команду. Члены этой команды в совокупности должны иметь практический опыт во всех областях деятельности, перечисленных выше.

В случае, когда для данного технического объекта отдельно формируют DFMEA-команду и PFMEA-команду, рекомендуется в их состав включать одних и тех же физических лиц следующих специальностей: конструктор, технолог, сборщик, испытатель, контролер.

В команде должен быть определен ведущий, которым может быть любой из членов команды, признаваемый остальными как лидер в рассматриваемых вопросах.

Профессионально ответственным в DFMEA-команде является конструктор, а в PFMEA-команде - технолог.

### Алгоритм работы FMEA-команды на рис. 1

#### Методика работы FMEA-команд

1. Планирование FMEA
2. Формирование составов FMEA-команд
3. Ознакомление с предложенными проектами конструкции и(или) технологического процесса.

Ведущий FMEA-команды представляет для ознакомления членам своей команды комплект документов по предложенному проекту или проекту технологического процесса.

4. Определение видов потенциальных дефектов, их последствий и причин

4.1. Для конкретного объекта и (или) производственного процесса определяют все возможные виды дефектов. Описание каждого вида дефекта заносят в протокол анализа видов, причин и последствий потенциальных дефектов.

Пример видов дефектов технического объекта: деформация, растрескивание, окисление, течь.

Пример видов дефектов технологического процесса: недостаточная толщина покрытия, применение другого материала.

4.2. Для всех описанных видов потенциальных дефектов определяют их последствия на основе опыта и знаний FMEA-команды.

Примеры последствий дефектов: шум, неправильная работа, плохой внешний вид, шероховатость, прерывистая работа.

4.3. Для каждого последствия дефекта экспертным методом определяют балл значимости S.

S – экспертно выставаемая оценка, соответствующая значимости данного дефекта по его возможным последствиям.

**Значимость потенциального дефекта** – качественная или количественная оценка предполагаемого ущерба от данного дефекта.

Балл значимости изменяется от 1 для наименее значимых по ущербу дефектов до 10 для наиболее значимых по ущербу дефектов (Типовые значения в табл. ГОСТ Р 51814.2-2001).

4.4. Для каждого дефекта определяют потенциальные причины. Для одного дефекта может быть выявлено несколько потенциальных причин.

Примеры причин дефектов: использован другой материал, перегрузка, недостаточные возможности смазки, неполные инструкции по обслуживанию.

4.5. Для каждой потенциальной причины дефекта экспертно определяют балл возникновения O.

O – экспертная оценка, соответствующая вероятности возникновения данного дефекта.

О изменяется от 1 для самых редко возникающих дефектов до 10 – для дефектов, возникающих почти всегда. дефектов (Типовые значения в табл. ГОСТ Р 51814.2-2001).

4.6. Для данного дефекта и каждой отдельной причины определяют балл обнаружения D для данного дефекта или его причины в ходе предполагаемого процесса изготовления.

**D** - экспертно выставляемая оценка, соответствующая вероятности обнаружения дефекта.

D изменяется от 10 для практически не обнаруживаемых дефектов (причин) до 1 – для практически достоверно обнаруживаемых дефектов (причин).

4.7. После получения экспертных оценок S, O, D вычисляют приоритетное число риска ПЧР

**ПЧР** – приоритетное число риска - количественная оценка комплексного риска дефекта

$$\text{ПЧР} = S \times O \times D$$

Для дефектов, имеющих несколько причин, определяют несколько ПЧР. Каждый ПЧР может иметь значения от 1 до 1000.

4.8. Для обобщенного балла критичности должна быть заранее установлена критическая граница (ПЧР<sub>гр</sub>) в пределах от 100 до 125. Снижение ПЧР<sub>гр</sub> соответствует созданию более высококачественных и надежных объектов и процессов.

4.9. Составляют перечень дефектов (причин), для которых значение ПЧР превышает ПЧР<sub>гр</sub>. Именно для них и следует далее вести доработку конструкции и (или) производственного процесса.

4.10. После доработки определяются S, O, D для нового варианта конструкции или производственного процесса. Подсчитывается значение нового ПЧР по алгоритму

Таблица 1

Рекомендуемая шкала баллов значимости S для FMEA конструкции

Последствие	Критерий значимости последствия	Балл S
Опасное без предупреждения	Очень высокий ранг значимости, когда вид предупреждения потенциального дефекта ухудшает безопасность работы транспортного средства и/или вызывает несоответствие обязательным требованиям безопасности и экологии	10
Опасное с предупреждением	Весьма высокий ранг значимости, когда вид потенциального дефекта ухудшает безопасность работы транспортного средства или вызывает несоответствие обязательным требованиям безопасности и экологии с предупреждением	9
Очень важное	Транспортное средство/узел неработоспособно с потерей основной функции	8
Важное	Транспортное средство/узел работоспособно, но снижен уровень эффективности. Потребитель неудовлетворен	7
Умеренное	Транспортное средство/узел работоспособно, но системы комфорта/удобства неработоспособны. Потребитель испытывает дискомфорт	6
Слабое	Транспортное средство/узел работоспособно, но система(ы) комфорта/удобства работают малоэффективно. Потребитель испытывает некоторое неудовлетворение	5
Очень слабое	Отделка и шумность изделия не соответствуют ожиданиям потребителя. Дефект замечает большинство потребителей	4
Незначительное	Отделка/шумность изделия не соответствуют ожиданиям потребителя. Дефект замечает средний потребитель	3
Очень незначительное	Отделка/шумность изделия не соответствуют ожиданиям потребителя. Дефект замечают придирчивые потребители	2
Отсутствует	Нет последствия	1



Таблица 2

## Рекомендуемая шкала баллов значимости дефекта S для FMEA производственного процесса

Последствие	Критерий значимости последствия	Балл S
Опасное без предупреждения	Может подвергнуть опасности персонал у станка или на сборке. Очень высокий ранг значимости, когда вид потенциального дефекта ухудшает безопасность работы транспортного средства и (или) вызывает несоответствие обязательным требованиям безопасности и экологии без предупреждения	10
Опасное предупреждением	Может подвергнуть опасности персонал у станка или на сборке. Весьма высокий ранг значимости, когда вид потенциального дефекта ухудшает безопасность работы транспортного средства и (или) вызывает несоответствие обязательным требованиям безопасности и экологии с предупреждением	9
Очень важное	Большое нарушение производственной линии. Может браковаться до 100% продукции. Транспортное средство/узел неработоспособны с потерей главной функции. Потребитель очень недоволен	8
Важное	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться сортировка продукции, когда часть ее бракуется. Транспортное средство работоспособно, но с пониженной эффективностью. Потребитель неудовлетворен	7
Умеренное	Небольшое нарушение производственной линии. Часть продукции необходимо забраковать (без сортировки). Транспортное средство/узел работоспособны, но некоторые системы комфорта и удобства не работают. Потребитель испытывает дискомфорт	6
Слабое	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться переделка 100% продукции. Транспортное средство/узел работоспособны, но некоторые системы комфорта и удобства работают с пониженной эффективностью. Потребитель испытывает некоторое неудовлетворение	5
Очень слабое	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться сортировка и частичная переделка продукции. Отделка и шумность изделия не соответствуют ожиданиям потребителя. Тот дефект замечает большинство покупателей	4
Незначительное	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться переделка части продукции на специальном участке. Отделка и шумность не соответствуют ожиданиям потребителя. Дефект замечает средний потребитель	3
Очень незначительное	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться доработка части продукции на основной технологической линии. Отделка и шумность не соответствуют ожиданиям потребителя. Дефект замечает разборчивый потребитель	2
Отсутствует	Нет последствия	1

Таблица 3

## Рекомендуемая шкала для выставления балла возникновения O (FMEA конструкции)

Вероятность дефекта	Возможные частоты дефектов	Балл O
Очень высокая: дефект почти неизбежен	Более 1 из 2	10
	" 1 из 3	9
Высокая: повторяющиеся дефекты	Более 1 из 8	8
	" 1 из 20	7
Умеренная: случайные дефекты	Более 1 из 80	6
	" 1 из 400	5
	" 1 из 2000	4
Низкая: относительно мало дефектов	Более 1 из 15000	3
	" 1 из 150000	2
Малая: дефект маловероятен	Менее 1 из 1 500 000	1

Таблица 4

## Рекомендуемая шкала для выставления балла возникновения О (FMEA процесса)

Вероятность дефекта	Возможные частоты дефектов	Индекс С <sub>рк</sub>	Балл О
Очень высокая: дефект почти неизбежен	Более 1 из 2 " 1 из 3	Менее 0,33 " 0,33	10 9
Высокая: ассоциируется с аналогичными процессами, которые часто отказывают	Более 1 из 8 " 1 из 20	Менее 0,51 " 0,67	8 7
Умеренная: в общем ассоциируется с предыдущими процессами, у которых наблюдались случайные дефекты, но не в большой пропорции	Более 1 из 80 " 1 из 400 " 1 из 2000	Менее 0,83 " 1,00 " 1,17	6 5 4
Низкая: отдельные дефекты, связанные с подобными процессами	Более 1 из 15000	Менее 1,33	3
Очень низкая: отдельные дефекты, связанные с почти идентичными процессами	Более 1 из 150000	Менее 1,50	2
Малая: дефект маловероятен. Дефекты никогда не связаны с такими же идентичными процессами	Менее 1 из 1500000	Более 1,67	1

Статистический индекс  $C_{рк}$  определяет практические возможности технологического процесса по обеспечению выполнения требований установленного допуска на данный показатель качества  $X$ . Индекс  $C_{рк}$  вычисляют по формуле

$$C_{рк} = \frac{\min \left\{ \left( U - \bar{\bar{X}} \right); \left( \bar{\bar{X}} - L \right) \right\}}{3 \hat{\sigma}_1}, \quad (2)$$

где  $U, L$  - верхнее и нижнее предельные значения поля допуска показателя качества  $X$ ;  
 $\bar{\bar{X}}$  - выборочное среднее или оценка положения центра настройки технологического процесса;  
 $\hat{\sigma}_1$  - оценка стандартного отклонения процесса.

Таблица 5

## Рекомендуемая шкала для выставления балла обнаружения D (FMEA конструкции)

Обнаружение	Критерии: правдоподобность обнаружения при проектируемом контроле	Балл D
Абсолютная неопределенность	Проектируемый контроль не обнаружит и (или) не может обнаружить потенциальные причину/механизм и последующий вид дефекта, или контроль не предусмотрен	10
Очень плохое	Очень плохие шансы обнаружения потенциальных причины/механизма и последующего вида дефекта при предполагаемом контроле	9
Плохое	Плохие шансы обнаружения потенциальных причины/механизма и последующего вида дефекта при предполагаемом контроле	8
Очень слабое	Очень ограниченные шансы обнаружения потенциальных причины/механизма и последующего вида дефекта при предполагаемом контроле	7
Слабое	Ограниченные шансы обнаружения потенциальных причины/механизма и последующего вида дефекта при	6

	предполагаемом контроле	
Умеренное	Умеренные шансы обнаружения потенциальных причины/механизма и последующего вида дефекта при предполагаемом контроле	5
Умеренно хорошее	Умеренно высокие шансы обнаружения потенциальных причины/механизма и последующего вида дефекта при проектируемом контроле	4
Хорошее	Высокие шансы	3
Очень хорошее	Очень высокие шансы	2
Почти наверняка	Проектируемые действия (контроль) почти наверняка обнаруживают потенциальную причину и последующий вид дефекта	1

Таблица 6

Рекомендуемая шкала для выставления балла обнаружения D (FMEA процесса)

Обнаружение	Критерии: вероятность обнаружения дефекта при контроле процесса до следующего или последующего процесса или до того, как часть или компонент покинет место изготовления или сбойки	Балл D
Почти невозможно	Нет известного контроля для обнаружения вида дефекта в производственном процессе	10
Очень плохое	Очень низкая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	9
Плохое	Низкая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	8
Очень слабое	Очень низкая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	7
Слабое	Низкая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	6
Умеренное	Умеренная вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	5
Умеренно хорошее	Умеренно высокая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	4
Хорошее	Высокая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	3
Очень хорошее	Очень высокая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	2
Почти наверняка	Действующий контроль почти наверняка обнаружит вид дефекта. Для подобных процессов известны надежные методы контроля	1

