



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

19.02.2024 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
2024 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
13.02.2024, протокол № 6

Зав. кафедрой *мез* И.Ю. Мезин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
19.02.2024 г. протокол № 5

Председатель *мез* И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ТСнСА, канд. техн. наук

 касаткина Е.Г. Касаткина

Рецензент:

профессор кафедры ТОМ, д-р техн. наук *полякова* М.А. Полякова

Лист актуализации рабочей программы

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 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:

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	5	- самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос (собеседование)	ПК-2.1, ПК-2.2
1.3 Развертывание Функции Качества		4		4	5	- самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос (собеседование)	ПК-2.1, ПК-2.2
1.4 FMEA-анализ		4		4	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	33,1			
Итого за семестр		18		18	33,1		экзамен	

2. Методы планирования и управления качеством								
2.1 Инструменты планирования качества	2			14	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	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	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	71,9			
Итого за семестр			36	71,9		зачёт		
Итого по дисциплине	18		54	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: 03.04.2024). — 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. - ISBN 978-5-16-014581-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1019338> (дата обращения: 03.04.2024). – Режим доступа: по подписке.

2. 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. - ISBN 978-5-16-014965-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1058383> (дата обращения: 03.04.2024). – Режим доступа: по подписке.

3. Кайнова, В. Н. Статистические методы в управлении качеством : учебное пособие / В. Н. Кайнова, Е. В. Зиминая ; 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: 03.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. 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: 03.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. 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: 03.04.2024). — 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 распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

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 VCG		
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"> 1. Сущность стандартов ИСО серии 9000. 2. Установление целей в области качества: стратегические задачи, оперативные цели, структурирование целей. 3. Функции качества. 4. Основы управления качеством: экономические методы, организационно-распорядительные, научно-технические, социально-психологические. 5. Планирование качества: объекты планирования, задачи планирования, принципы, планы качества
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"> 1. Методы контроля качества 2. Структурирование функции качества (<i>QFD</i>). 3. FMEA-анализ. Этапы проведения FMEA-анализа. 4. Простые инструменты контроля качества 5. Новые инструменты контроля качества 6. Построить гистограмму на основании предложенной выборки 7. 2. Построить диаграмму Парето. Провести анализ качества продукции 8. 3. построить диаграмму взаимосвязей причин низкого качества продукции 9. 4. Построить древовидную диаграмму поиска истинных причин проблемы «неудовлетворительная успеваемость» 10. Построить сетевой граф по выполнению задачи «сертификация продукции» 11. По даны контроля рассчитать параметры контрольных карт и построить 12. \bar{X}-R карту.

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

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.

O 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 выставаемая 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

$ПЧР = S \times O \times D$

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 ($ПЧР_{гр}$) в пределах от 100 до 125. Снижение $ПЧР_{гр}$ соответствует созданию более высококачественных и надежных объектов и процессов.

4.9. Составляют перечень дефектов (причин), для которых значение ПЧР превышает $ПЧР_{гр}$. 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 с 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	4

	изделия не соответствуют ожиданиям потребителя. тот дефект замечает большинство покупателей	
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 О (FMEA конструкции)

Вероятность дефекта	Возможные частоты дефектов	Балл О
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 _{рк}	Балл О
Очень высокая: дефект почти неизбежен	Более 1 из 2	Менее 0,33	10
	" 1 из 3	" 0,33	9
Высокая: ассоциируется с аналогичными процессами, которые часто отказывают	Более 1 из 8	Менее 0,51	8
	" 1 из 20	" 0,67	7
Умеренная: в общем ассоциируется с предыдущими процессами, у которых наблюдались случайные дефекты, но не в большой пропорции	Более 1 из 80	Менее 0,83	6
	" 1 из 400	" 1,00	5
	" 1 из 2000	" 1,17	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_{pk} определяет практические возможности технологического процесса по обеспечению выполнения требований установленного допуска на данный показатель качества X . Индекс C_{pk} вычисляют по формуле

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

где U, L - верхнее и нижнее предельные значения поля допуска показателя качества X ;

\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 предполагаемом контроле	6
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	5

