



Приложение №4  
К приказу №108 от 20.11.2020г.

---

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**«Анализ видов и последствий отказов**  
**(FMEA)»**  
**МУ-СТМ.И-Р2-02**

---

Сведения о документе

1 ПРОЦЕСС: Р2 Техническое развитие

2 ВЛАДЕЛЕЦ ПРОЦЕССА: Директор по развитию

3 РАЗРАБОТАН: Дирекцией по закупкам

4 РЕДАКЦИЯ № 1 ВВЕДЕНА В ДЕЙСТВИЕ

Содержание

1	Назначение .....	3
2	Область применения .....	3
3	Определения .....	3
4	Обозначения и сокращения .....	3
5	Общие положения .....	4
6	Порядок выполнения процесса .....	5
7	Связь между протоколами DFMEA и PFMEA и их связь с другими документами .....	6
8	Пересмотр протоколов FMEA.....	7
9	Ответственность и полномочия .....	7
10	Нормативные ссылки .....	8
	Приложение А (обязательное) Перечень записей .....	9
	Приложение Б-1 (обязательное) Порядок выполнения процесса .....	10
	Приложение Б-2 (обязательное) Порядок выполнения процесса .....	11
	Приложение 1 (рекомендуемое) Форма протокола FMEA .....	12
	Приложение В (справочное) Шкала баллов значимости последствий S для FMEA конструкции ..	13
	Приложение Г (справочное) Шкала баллов значимости последствий S для FMEA производственного процесса .....	14
	Приложение Д (справочное) Шкала для выставления балла возникновения O для FMEA конструкции.....	15
	Приложение Е (справочное) Шкала для выставления балла возникновения O для FMEA производственного процесса .....	16
	Приложение Ж (справочное) Шкала для выставления балла обнаружения D для FMEA конструкции.....	16
	Приложение З (справочное) Шкала для выставления балла обнаружения D для FMEA производственного процесса .....	18
	Приложение 2 (рекомендуемое) Форма журнала регистрации протоколов FMEA .....	19
	ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ .....	20
	ЛИСТ ОЗНАКОМЛЕНИЯ.....	21

## 1 Назначение

1.1 Настоящие методические указания устанавливают единый порядок анализа видов и последствий отказов продукции в ходе эксплуатации, а также на различных этапах ее изготовления.

1.2 Анализ видов и последствий отказов осуществляется с целью:

- достижения запланированного уровня качества новой/модернизированной продукции и комплектующих на этапе разработки продукта и процесса;
- оценки рисков, связанных с безопасностью и надежностью продукции в эксплуатации;
- поиска оптимальных конструкторских и технологических решений при проектировании.

1.3 Результаты анализа используются для определения ключевых характеристик продукции и процессов, а также дальнейшего использования при будущих разработках.

## 2 Область применения

2.1 Настоящие методические указания распространяются на все предприятия, подконтрольные АО «СТМ» (в дальнейшем – предприятие), участвующие в разработке продуктов и процессов и в изготовлении продукции.

2.2 Настоящие методические указания рекомендуются для использования действующими и потенциальными поставщиками АО «СТМ» и предприятий там, где это необходимо, например, при разработке поставщиками документации по одобрению производства (PPAP), в случае изменений КД или существенных изменений ТД, проводимых поставщиками.

## 3 Определения

**Безопасность** железнодорожного подвижного состава – состояние железнодорожного подвижного состава, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, а также окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений.

**Возникновение (O)** – вероятность появления неисправности/несоответствия.

**Значимость (S)** – способность оказывать влияние на безопасность, соответствие законодательным требованиям или функционирование.

**Ключевая характеристика** – это характеристика продукции или параметр производственного процесса, которые могут повлиять на безопасность или соответствие правительственным нормам, установку, функцию, работоспособность или последующую переработку продукции. Относится к особым требованиям потребителя.

**Несоответствие** – невыполнение требования.

**Обнаружение (D)** – вероятность выявления неисправности / несоответствия выбранными способами.

**Приоритетное число риска** – условная безразмерная величина, характеризующая степень приемлемости выбранных методов разработки, испытаний и контроля, и получаемая произведением значимости, возникновения и обнаружения.

**Рекламация** – требование об устранении недостатков проданной продукции, возмещении убытков.

## 4 Обозначения и сокращения

4.1 Сокращения:

**DFMEA** (Design FMEA) – FMEA продукта/конструкции;

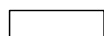
**FMEA** (Failure Modes and Effect Analysis) – анализ видов и последствий отказов;


**PFMEA** (Process FMEA) – FMEA процесса/технологии;

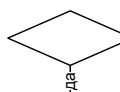
**КД** – конструкторская документация;

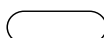
**КХ** – ключевая характеристика;  
**МУ** – методические указания;  
**ОГК** – конструкторское подразделение предприятия;  
**ОГТ** – технологическое подразделение предприятия;  
**ПЧР** – приоритетное число риска;  
**ТД** – технологическая документация.

4.2 В разделе 6 «Описание процесса» приняты следующие обозначения:

 - действие, операция, выполнение работ;

 - документ

 - нет  
- да  
- принятие решения;

 - начало - окончание работ;

————— - линия выполнения операции.

## 5 Общие положения

5.1 Входы и выходы анализа видов и последствий отказов.

5.1.1 Анализ видов и последствий отказов продукции (DFMEA):

Поставщик входных данных - заказчик.

Ответственный за процесс - главный конструктор.

Входные данные:

- данные технического задания;
- паспорт проекта;
- эскизные и технические проекты КД;
- статистика несоответствий.

Потребитель процесса - ОГТ.

Выходные данные:

- утвержденная КД;
- протокол DFMEA;
- перечень КХ.

Критерии результативности:

- количество несоответствий по вине ОГК на единицу техники;
- процентное соотношение числа разработанных протоколов DFMEA к числу запланированных.

5.1.2 Анализ видов и последствий отказов процессов (PFMEA):

Поставщик входных данных - ОГК.

Ответственный за процесс - главный технолог.

Входные данные:

- утвержденная КД;
- паспорт проекта;
- протокол DFMEA;
- проекты ТД.

Потребители процесса - производство, служба качества.

Выходные данные:

- утвержденная ТД;
- протокол PFMEA.

Критерии результативности:

- количество несоответствий по вине ОГТ на единицу техники;
- процентное соотношение числа разработанных протоколов PFMEA к числу запланированных.

#### 5.2 Основные риски процесса:

- ошибочная или формальная оценка рисков;
- недостижение планируемого уровня качества продукции;
- избыточная трата ресурсов;
- недостаток компетенции и нехватка персонала для оценки рисков.

#### 5.3 Перечень записей приведен в **Приложении А**.

### 6 Порядок выполнения процесса

**6.1** Порядок проведения анализа видов и последствий отказов продукции (DFMEA) представлен в **Приложении Б-1**. Порядок проведения анализа видов и последствий отказов процессов (DFMEA) представлен в **Приложении Б-2**.

#### 6.2 Формирование, FMEA-команды и назначение ее руководителя

6.2.1 Анализ потенциальных несоответствий выполняет FMEA-команда, в состав которой включают представителей служб главного конструктора, главного технолога, качества, и при необходимости могут быть привлечены специалисты других структурных подразделений. Составы команд, регламент и сроки их деятельности утверждаются распорядительным документом по предприятию.

6.2.2 Руководителем FMEA-команды по анализу потенциальных несоответствий конструкции является главный конструктор, технологии – главный технолог.

#### 6.3 Установление потенциальных несоответствий, их последствий и причин

6.3.1 FMEA-команда ознакамливается с комплектом документов по предложенному проекту конструкции и (или) проекту технологического процесса (далее – объекту анализа).

6.3.2 Для конкретного объекта анализа определяют (используя информацию о качестве продукции, рекламациях потребителей, предшествующий опыт и т.п.) все возможные виды дефектов. Описание каждого вида дефекта заносят в графу 2 Протокола анализа видов, причин и последствий потенциальных дефектов (далее – протокол FMEA) по форме, установленной в **Приложении 1**.

*\*Примечание: виды потенциальных дефектов необходимо описывать в физических или технических терминах.*

6.3.3 Для всех описанных видов потенциальных дефектов определяют их последствия на основе опыта и знаний FMEA-команды и заносят в графу 3 протокола FMEA.

*\*Примечание: для каждого вида дефектов может быть определено несколько потенциальных последствий, все они должны быть описаны.*

#### 6.4 Оценка комплексного риска получения несоответствий

6.4.1 Для каждого последствия потенциального несоответствия экспертно определяют балл его значимости (S) и оценивают, насколько негативно самое серьезное последствие. Значимость последствий потенциальных несоответствий определяют по 10-балльной шкале (**Приложение В** – для конструкции, **Приложение Г** – для технологии) и заносят в графу 4 протокола FMEA. Виды отказов с рангом значимости 1 далее анализировать не надо.

В тех случаях, когда балл значимости равен 9 или 10, в графе 5 (Класс) необходимо проставить класс КХ «СС», а если балл значимости равен 7 или 8 – «SC». Дальнейшие действия по идентификации и управлению КХ описаны в МУ-СТМ.ДП-У5-04 «Порядок определения, идентификации и управления ключевыми характеристиками».

6.4.2 Для каждого дефекта определяют потенциальные причины. Для одного дефекта может быть выявлено несколько потенциальных причин, все они должны быть по возможности полно описаны, отдельно рассмотрены и занесены в графу 6 протокола FMEA.

6.4.3 Для каждой потенциальной причины несоответствия оценивают вероятность ее возникновения, балл возникновения (O) определяют по 10-балльной шкале (**Приложение Д** – для конструкции, **Приложение Е** – для технологии) и заносят в графу 7 протокола FMEA. При необ-

ходимости для оценки вероятности возникновения причин потенциальных несоответствий используют статистические методы.

6.4.4 В графе 8 «Имеющиеся меры по управлению отклонением» указывают меры, которые, как правило, предотвращают до возможной степени возникновение несоответствия или причины его возникновения или позволяют обнаружить несоответствие или причины, которые могут вызвать несоответствие.

6.4.5 Для каждого дефекта и каждой отдельной причины определяют балл обнаружения D, балл обнаружения (D) оценивают по 10-балльной шкале (**Приложение Ж** – для конструкции, **Приложение З** – для технологии) и заносят в графу 9 протокола FMEA.

6.4.6 После получения экспертных оценок S, O, D вычисляют приоритетное число риска ПЧР по **Формуле (1)** и заносят в графу 10 протокола FMEA:

$$\text{ПЧР} = S \times O \times D$$

(1)

*\*Примечание: для дефектов, имеющих несколько причин, определяют несколько ПЧР.*

## **6.5 Определение и выполнение мероприятий для снижения риска получения несоответствий**

6.5.1 В общем случае определение и выполнение мероприятий для снижения риска получения несоответствий FMEA-команда проводит для потенциальных несоответствий, имеющих максимальные значения ПЧР для данного объекта анализа более 100. Для данных несоответствий в дальнейшем осуществляют доработку конструкции и (или) производственного процесса.

Однако в случае получения значений ПЧР, близких к граничному (от 90 до 100), для несоответствий, значимость последствий (S) которых составляет 9 или 10 баллов (влияющие на безопасность), команде также следует разработать в дальнейшем мероприятия по снижению риска.

6.5.2 FMEA-команда разрабатывает мероприятия для снижения риска и фиксирует их в графе 11 протокола FMEA с указанием ответственных и сроков исполнения в графе 12. Приоритет в очередности разработки мероприятий должен быть отдан несоответствиям, значимость последствий (S) которых составляет 9 или 10 баллов, затем – 7 или 8 баллов. Несответствия с более низкой значимостью последствий рассматриваются в последнюю очередь.

Основным инструментом по снижению остальных индексов должно являться применение элементов конструкции и устройств по защите от ошибок.

6.5.3 Оформленный протокол FMEA рассылают в заинтересованные подразделения для выполнения мероприятий.

6.5.4 По итогам выполнения мероприятий FMEA-команда осуществляет повторный анализ потенциальных несоответствий согласно п.п. 6.2, 6.3.

6.5.5 После того как действия по доработке определены, занесены в графу 13 протокола FMEA и выполнены, необходимо оценить и записать в графы 14-16 новые значения баллов значимости S, возникновения O и обнаружения D, а также подсчитать и записать значение нового ПЧР в графу 17.

6.5.6 Все новые значения ПЧР рассматривает FMEA-команда, и если необходимо дальнейшее их снижение, повторяют действия с соответствии с требованиями п.п. 6.2 – 6.4.

6.5.7 При необходимости к протоколу работы FMEA-команды прилагают соответствующие чертежи, таблицы, результаты расчета и т.д.

## **6.6 Оформление результатов анализа потенциальных несоответствий**

Протоколы FMEA регистрируют и хранят: по конструкции - в ОГК, по технологии – в ОГТ. Форма журнала регистрации протоколов FMEA установлена в **Приложении 2**. Срок хранения протоколов – не менее 10 лет.

## **7 Связь между протоколами DFMEA и PFMEA и их связь с другими документами**

### **7.1 Связь между протоколами DFMEA и PFMEA.**

7.1.1 Одним из входов для разработки протокола PFMEA должен являться протокол DFMEA.

7.1.2 Последствия несоответствия для продукта должны быть учтены при определении последствий для процесса. Кроме последствий для конечного потребителя, в FMEA процесса должны быть рассмотрены также последствия для следующей рабочей операции и в целом для изготовления деталей и сборки.

7.1.3 Ключевые характеристики, определенные при разработке FMEA продукта, должны быть в полном объеме перенесены в FMEA процесса, и при разработке протокола PFMEA им должно быть уделено первоочередное внимание. Если при разработке FMEA процесса были определены и идентифицированы дополнительные ключевые характеристики, информация об этом должна быть передана на рассмотрение разработчикам продукта, так как она может привести к изменениям конструкции.

7.1.4 Если команда FMEA приняла решение о нецелесообразности (например, чрезмерно затратных мероприятиях) дальнейшего снижения индексов возникновения и обнаружения, а ПЧР по-прежнему превышает граничный уровень, лидеру команды следует обратиться к главному конструктору с информацией о необходимости изменения конструкции на предмет снижения значимости последствий (S) несоответствия либо применения более надежной конструкции.

## 7.2 Связь между протоколами FMEA и другими документами.

Все запланированные мероприятия и ключевые характеристики, определенные в протоколах FMEA, в обязательном порядке должны найти отражение в соответствующей применяемой на предприятии документации: планах мероприятий, КД и ТД на серийную продукцию, планах управления, рабочих стандартах операторов и контролеров и др. в соответствии с МУ-СТМ.ДП-У5-04 «Порядок определения, идентификации и управления ключевыми характеристиками» и внутренней нормативной документацией предприятий.

Для этого руководитель команды DFMEA направляет протокол DFMEA руководителю команды PFMEA, ответственным за выполнение мероприятий и контролирует его исполнение. Руководитель команды PFMEA направляет протокол PFMEA ответственным за выполнение мероприятий и контролирует его исполнение.

## 8 Пересмотр протоколов FMEA

Пересмотр протоколов DFMEA и PFMEA должен проводиться в обязательном порядке перед внесением любого изменения в КД или ТД на соответствующий продукт или процесс.

В частности, при применении методик поиска причин, и в целом, при разработке мероприятий для решения проблем по качеству, потенциальную результативность всех предлагаемых мероприятий необходимо оценивать до их внедрения с помощью расчета ПЧР в рамках пересмотра FMEA.

Пересмотр рекомендуется проводить той же командой, которая разрабатывала протокол, а если это невозможно – новой командой или конструктором/технологом, ответственным за данную КД/ТД.

После внесения изменений в протокол FMEA ответственный специалист должен внести отметку о дате пересмотра в графу «Дата FMEA (Пересм.)» (**Приложение 1**) и передать его для исполнения согласно п. 7.2.

## 9 Ответственность и полномочия

### 9.1 Ответственность руководства

Главный конструктор (в части конструкции), главный технолог (в части технологии) наделены полномочиями и несут ответственность за:

- координацию работ по проведению анализа видов и последствий потенциальных несоответствий качества продукции;
- организацию определения FMEA-командой всех возможных потенциальных несоответствий объекта анализа;

Синара-Транспортные Машины	МУ-СТМ.И-Р2-02 Анализ видов и последствий отказов (FMEA)	Страница 8 из 21 Редакция № 1
-------------------------------	---	----------------------------------

- организацию определения причин для всех возможных несоответствий;
- организацию формирования перечня рекомендуемых мероприятий для снижения риска получения несоответствий;
- организацию своевременного оформления протоколов FMEA;
- осуществление контроля выполнения мероприятий, установленных в протоколах FMEA.

## 9.2 Ответственность команды

Члены FMEA-команды наделены полномочиями и несут ответственность за:

- определение возможных потенциальных несоответствий объекта анализа;
- определение причин для всех возможных несоответствий;
- формирование перечня рекомендуемых мероприятий для снижения риска получения несоответствий;
- своевременное оформление протоколов FMEA.

## 10 Нормативные ссылки

- 8.1 МУ-СТМ.ДП-У5-04 «Порядок определения, идентификации и управления ключевыми характеристиками»
- 8.2 ГОСТ Р ИСО 9000-2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь»
- 8.3 ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования»
- 8.4 ISO TS 22163:2017 «Транспорт железнодорожный. Система менеджмента качества. Требования к системам менеджмента бизнеса для предприятий железнодорожной отрасли: ISO 9001:2015 и частные требования, применимые в железнодорожной отрасли»
- 8.5 ГОСТ РВ 0015-002-2012 «Система разработки и постановки на производство военной техники. Системы менеджмента качества. Общие требования»
- 8.6 ТР ТС 001-2011 «О безопасности железнодорожного подвижного состава»
- 8.7 ГОСТ Р 51901.23-2012 «Менеджмент рисков. Метод анализа видов и последствий отказов»
- 8.8 Ссылочное руководство «Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)», Automotive Industry Action Group (AIAG), 2006 г.



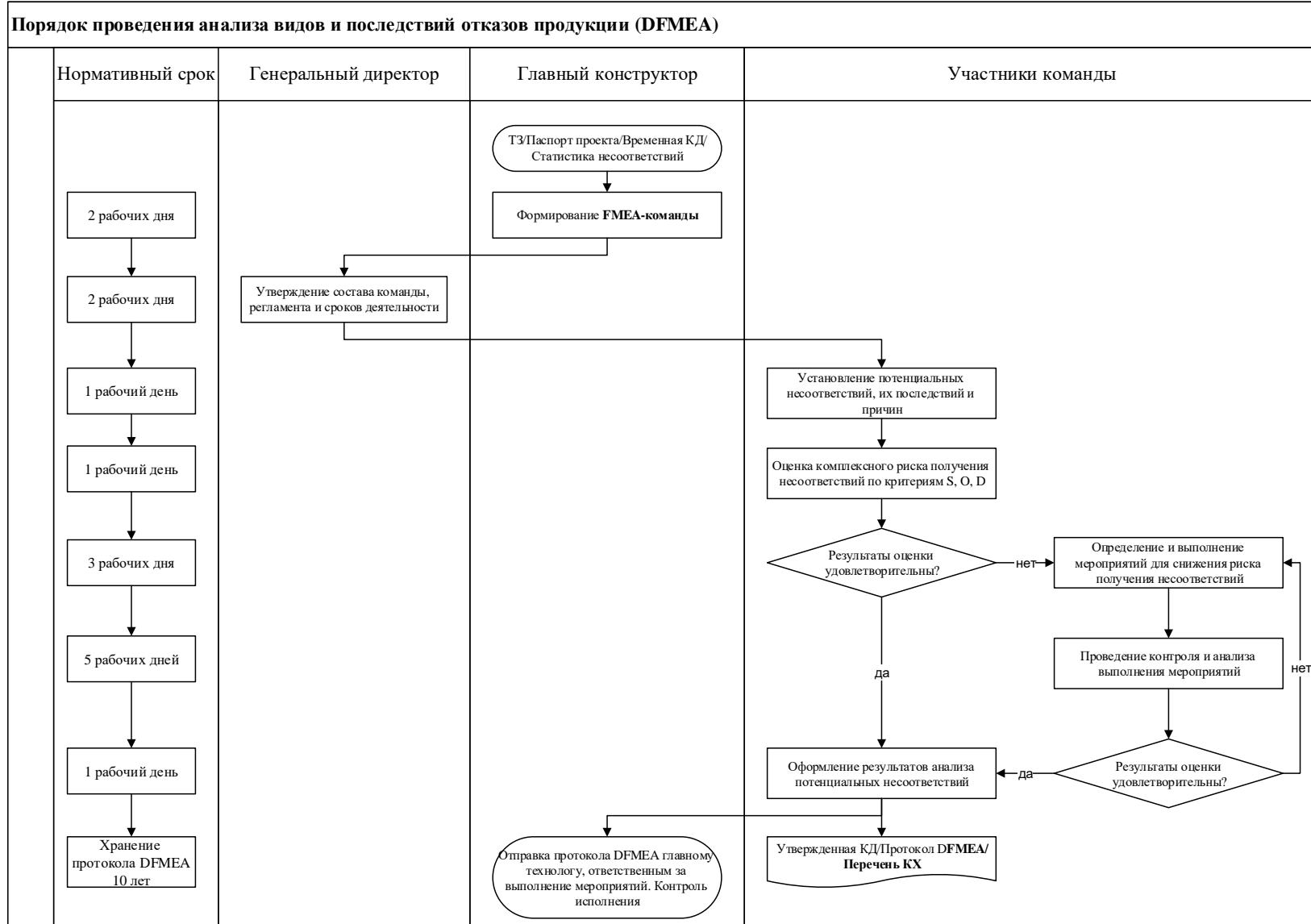
**Приложение А  
(обязательное)  
Перечень записей**

Подразделения, ответственные за ведение и хранение записей, должны поддерживать их и изменения к ним в рабочем состоянии.

№ п/п	Наименование документа (записи)	Разработчик	Форма записи	Периодичность составления (актуализации)	Срок выпуска (заполнения)	Получатель	Место хранения	Срок хранения
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Форма протокола FMEA	Главный конструктор/главный технолог	Приложение 1	По мере разработки КД и ТД	От 3 до 10 рабочих дней	ОГТ/Производство, служба качества	ОГК/ОГТ	10 лет
2	Форма журнала регистрации протоколов FMEA	Главный конструктор/главный технолог	Приложение 2	По мере разработки протоколов FMEA	1 рабочий день	ОГК/ОГТ	ОГК/ОГТ	10 лет

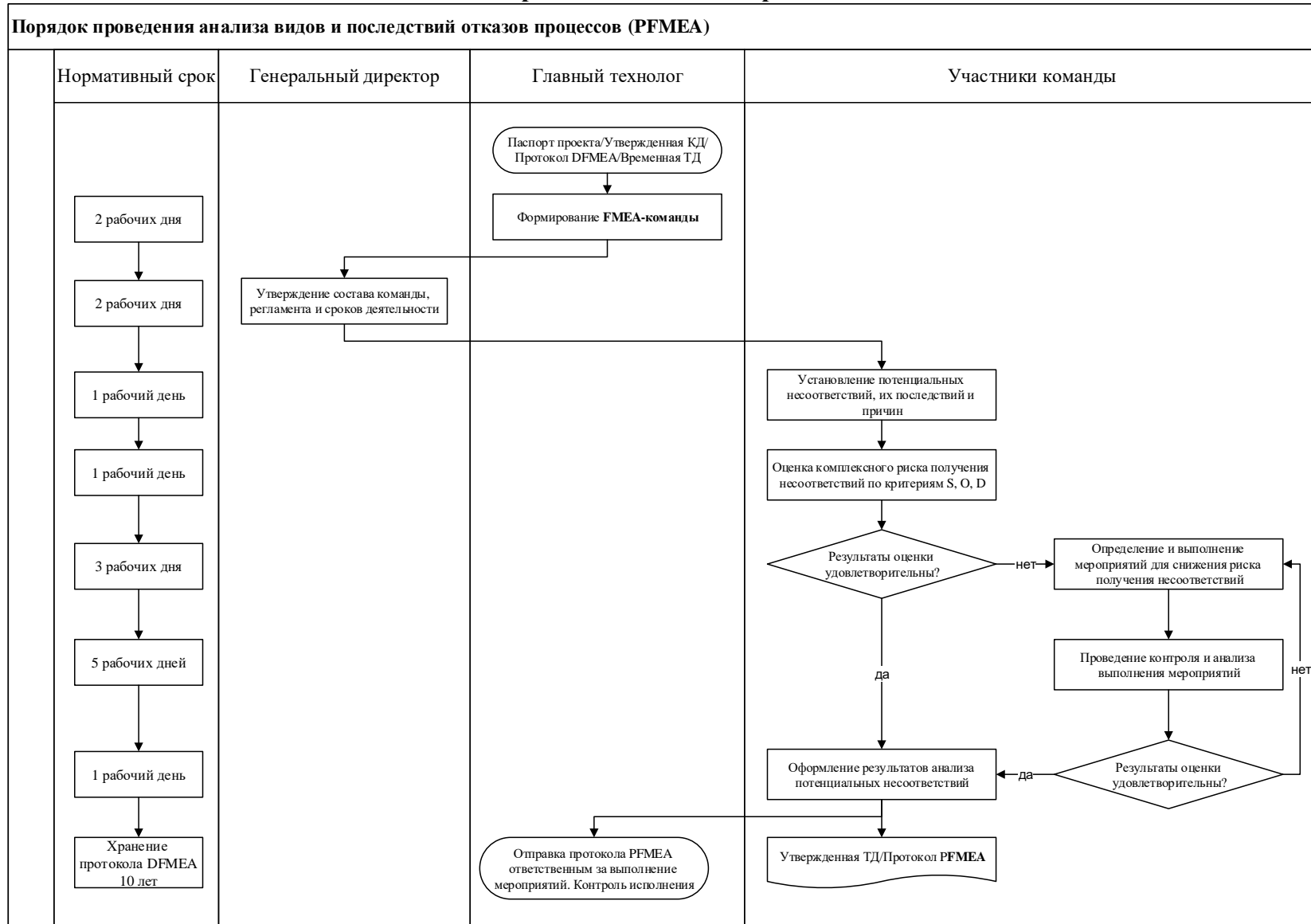
**Приложение Б-1**  
(обязательное)

**Порядок выполнения процесса**



**Приложение Б-2**  
(обязательное)

**Порядок выполнения процесса**





**Приложение В**  
(справочное)**Шкала баллов значимости последствий S для FMEA конструкции**

Последствие	Критерий значимости последствия	Балл S
Несоответствие требованиям безопасности и/или управления	Вид потенциального отказа негативно влияет на безопасную работу транспортного средства и/или вызывает несоответствие государственным нормативам без предупреждения	10
	Вид потенциального отказа негативно влияет на безопасную работу транспортного средства и/или вызывает несоответствие государственным нормативам с предупреждением	9
Потеря или снижение первичной функции	Потеря первичной функции (транспортное средство в нерабочем состоянии, нет влияния на безопасность работы транспортного средства)	8
	Снижение первичной функции (транспортное средство в рабочем состоянии, но со сниженными показателями работы)	7
Потеря или снижение вторичной функции	Потеря вторичной функции (транспортное средство в рабочем состоянии, но функции комфорта/удобства не работают)	6
	Снижение вторичной функции (транспортное средство в рабочем состоянии, но снижены показатели функции комфорта/удобства)	5
Помехи	Отделка и шумность изделия не соответствуют ожиданиям потребителя. Дефект замечает большинство потребителей	4
	Отделка/шумность изделия не соответствуют ожиданиям потребителя. Дефект замечает средний потребитель	3
	Отделка/шумность изделия не соответствуют ожиданиям потребителя. Дефект замечают придирчивые потребители	2
Отсутствует	Нет осязаемых последствий	1
<p>Примечание – «Опасное с предупреждением» - такое последствие, о возможности наступления которого потребитель (пользователь, оператор) предупреждается заранее световым, звуковым или другим индикатором. В ряде случаев предотвратить наступление дефекта с его последствием невозможно или технически нецелесообразно, но легко осуществить предупреждение о наступлении в ближайшее время такого дефекта (например, износ колодок тормозов, падение уровня тормозной жидкости и т.п.).</p>		

**Приложение Г**  
(справочное)**Шкала баллов значимости последствий S для FMEA производственного процесса**

Последствие	Критерий значимости последствия	Балл S
<b>Опасное без предупреждения</b>	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
<b>Опасное с предупреждением</b>	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
<b>Очень важное</b>	Большое нарушение производственной линии. Может браковаться до 100 % продукции. Транспортное средство/узел неработоспособны с потерей главной функции.	8
<b>Важное</b>	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться сортировка продукции, когда часть ее бракуется. Транспортное средство работоспособно, но с пониженной эффективностью.	7
<b>Умеренное</b>	Небольшое нарушение производственной линии. Часть продукции необходимо забраковать (без сортировки). Транспортное средство/узел работоспособны, но некоторые системы комфорта и удобства не работают.	6
<b>Слабое</b>	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться переделка до 100 % продукции. Транспортное средство/узел работоспособны, но некоторые системы комфорта и удобства работают с пониженной эффективностью.	5
<b>Очень слабое</b>	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться сортировка и частичная переделка продукции. Отделка и шумность изделия не соответствуют ожиданиям потребителя. Этот дефект замечает большинство потребителей	4
<b>Незначительное</b>	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться переделка части продукции на специальном участке. Отделка и шумность не соответствуют ожиданиям потребителя.	3
<b>Очень незначительное</b>	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться доработка части продукции на основной технологической линии. Отделка и шумность не соответствуют ожиданиям потребителя.	2
<b>Отсутствует</b>	Нет последствия	1
<p>Примечание – «Опасное с предупреждением» - такое последствие, о возможности наступления которого потребитель (пользователь, оператор) предупреждается заранее световым, звуковым или другим индикатором. В ряде случаев предотвратить наступление дефекта с его последствием невозможно или технически нецелесообразно, но легко осуществить предупреждение о наступлении в ближайшее время такого дефекта (например, износ колодок тормозов, падение уровня тормозной жидкости и т.п.).</p>		

**Приложение Д**  
(справочное)**Шкала для выставления балла возникновения О для FMEA конструкции**

<b>Вероятность от- каза</b>	<b>Критерий: срок эксплуата- ции/долговечности элемен- та/транспортного средства</b>	<b>Критерий: воз- можные частоты отказов</b>	<b>Балл О</b>
Очень высокая	Новая конструкция / новая технология без истории	Более 1 из 10	10
Высокая	Отказ неизбежен в новой конструкции, при новом применении или при изменении в рабочем цикле/условиях эксплуатации	Более 1 из 20	9
	Отказ возможен в новой конструкции, при новом применении или при изменении в рабочем цикле/условиях эксплуатации	Более 1 из 50	8
	Отказ неясен в новой конструкции, при новом применении или при изменении в рабочем цикле/условиях эксплуатации	Более 1 из 100	7
Умеренная	Частое возникновение отказов, связанное с подобными конструкциями или моделированием и тестированием конструкции	Более 1 из 200	6
	Умеренное возникновение отказов, связанное с подобными конструкциями или моделированием и тестированием конструкции	Более 1 из 500	5
	Редкое возникновение отказов, связанное с подобными конструкциями или моделированием и тестированием конструкции	Более 1 из 1000	4
Низкая	Очень редко возникновение отказов, связанное с близким аналогом конструкции или моделированием и тестированием конструкции	Более 1 из 10000	3
	Практически не появляются отказы в близких аналогах конструкции или в моделировании и тестировании конструкции	Более 1 из 100000	2
Малая	Отказ исключен посредством предупреждающих мер	Отказ исключается посредством предупреждающих мер	1

**Приложение Е**  
(справочное)**Шкала для выставления балла возникновения О для FMEA  
производственного процесса**

Вероятность дефекта	Возможные частоты дефектов	Балл О
Очень высокая: дефект почти неизбежен	Более 1 из 2	10
	1 из 5	9
Высокая: ассоциируется с аналогичными процессами, которые часто отказывают	Более 1 из 10	8
	1 из 20	7
Умеренная: в общем ассоциируется с предыдущими процессами, у которых наблюдались случайные дефекты, но не в большой пропорции	Более 1 из 100	6
	1 из 200	5
	1 из 500	4
Низкая: отдельные дефекты, связанные с подобными процессами	Более 1 из 1000	3
Очень низкая: отдельные дефекты, связанные с почти идентичными процессами	Более 1 из 10000	2
Малая: дефект маловероятен. Дефекты никогда не связаны с такими же идентичными процессами	Менее 1 из 100000	1



**Приложение Ж**  
(справочное)

**Шкала для выставления балла обнаружения D для FMEA конструкции**

Обнаружение	Критерии: правдоподобность обнаружения при проектируемом контроле	Балл D
Возможность обнаружения отсутствует	Нет управления процессом конструирования. Отказ не может быть обнаружен или не анализируется	10
Маловероятно обнаружить на всех стадиях	Процесс анализа конструкции и меры по выявлению дефектов имеют малую вероятность обнаружения; моделирование не соответствует ожидаемым фактическим условиям эксплуатации	9
После утверждения конструкции, но до запуска изделия в производство	Верификация/валидация продукта после утверждения конструкции, но перед запуском в производство с испытанием на <b>приемку/браковку</b> (испытание системы/подсистемы с такими критериями приемки, как: комфорт во время езды, управляемость, оценка перед отгрузкой и т.п.)	8
	Верификация/валидация продукта после утверждения конструкции, но перед запуском в производство с испытанием <b>до отказа</b> (испытание системы/подсистемы до возникновения отказа, испытание на взаимодействие систем и т.д.)	7
	Верификация/валидация продукта после утверждения конструкции, но перед запуском в производство после <b>ресурсных испытаний</b> (проверка функционирования системы/подсистемы после испытания на долговечность)	6
Обнаружение до утверждения конструкции	Валидация продукта (испытание на долговечность, доводочное испытание или проверка пригодности) до утверждения конструкции, с использованием испытаний на <b>приемку/браковку</b> (например, критерии приемки технических характеристик, проверки функционирования и т.д.)	5
	Валидация продукта (испытание на долговечность, доводочное испытание или проверка пригодности) до утверждения конструкции, с использованием испытаний на <b>отказ</b> (до протечки, деформации, трещин и т.д.)	4
	Валидация продукта (испытание на долговечность, доводочное испытание или проверка пригодности) до утверждения конструкции, с использованием данных из <b>ресурсных испытаний</b> (например, ухудшение показаний, значения до/после и т.д.)	3
Анализ, моделирующий условия эксплуатации	Вероятность обнаружения причины/вида посредством мер анализа/управления конструкцией высокая. Модельный анализ <b>хорошо соответствует</b> фактическим или ожидаемым условиям эксплуатации до утверждения конструкции	2
Обнаружение не требуется, отказы предотвращаются	Причина отказа или вид отказа исключаются благодаря применению гарантированных конструкторских решений при проектировании (например, проверенный временем конструкторский стандарт, лучшая практика, общепринятый материал и т.д.)	1

**Приложение 3**  
(справочное)**Шкала для выставления балла обнаружения D для FMEA производственного процесса**

<b>Возможность обнаружения</b>	<b>Критерии: вероятность обнаружения мерами управления процессом</b>	<b>Балл D</b>
Невозможно обнаружить	Нет действующих мер управления процессом; не обнаруживается или не исследуется	10
Маловероятно обнаружить на всех стадиях процесса	Вероятность обнаружения вида и/или ошибки (причины) отказа невысокая (например, случайные проверки)	9
Обнаружение проблемы после завершения процесса	Обнаружение вида отказа возможно после завершения процесса оператором с помощью органолептических методов	8
Обнаружение проблемы в истоке	Обнаружение вида отказа возможно оператором в ходе процесса с помощью органолептических методов или после завершения процесса с помощью контроля по альтернативному признаку (проходной/непроходной калибры)	7
Обнаружение проблемы после завершения процесса	Обнаружение вида отказа по завершении процесса оператором с применением контроля по количественному признаку или на месте путем контроля по альтернативному признаку	6
Обнаружение проблемы в истоке	Обнаружение вида отказа или ошибки (причины) на месте оператором с применением контроля по количественному признаку или автоматический встроенный контроль, который выявляет несоответствующие детали и предупреждает оператора (свет, звук и т.д.). Калибровка при настройке и контроль первой детали (только для причин настройки)	5
Обнаружение проблемы после завершения процесса	Обнаружение вида отказа после завершения процесса автоматическим контролем, который блокирует несоответствующие детали на месте, чтобы предотвратить их дальнейшую обработку	4
Обнаружение проблемы в истоке	Обнаружение ошибки (причины) на месте автоматическим контролем, который блокирует несоответствующие детали на месте, чтобы предотвратить их дальнейшую обработку	3
Обнаружение ошибки и/или предупреждение проблемы	Обнаружение ошибки (причины) на месте автоматическим контролем и предотвращение производства отличающейся детали	2
Обнаружение не требуется; ошибки предотвращаются	Предупреждение ошибки (причины) как результат проектирования оснастки, станков или деталей. Несоответствующие детали не производятся, поскольку изделие было предохранено от ошибок при проектировании продукта/процесса	1

**Приложение 2**  
(рекомендуемое)  
**Форма журнала регистрации протоколов FMEA**

**Журнал регистрации протоколов FMEA**

№ протокола FMEA	Объект анализа	Дата регистрации протокола FMEA	Примечание
1	2	3	4

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**изменения в действующей (введенной) версии документа  
по отношению к предыдущей (отмененной) версии

№	Раздел документа	Дата изменения	Идентификация изменения	
			Предыдущая версия	Измененная версия

**ЛИСТ ОЗНАКОМЛЕНИЯ**

по \_\_\_\_\_  
(наименование подразделения)

№ п/п	Должность/специальность	Фамилия И.О.	Дата	Подпись