МОДУЛЬ 3 · ТЕМА 3.2

Анализ потенциальных отказов конструкции



Модель расширяет перечень отказов, оценки и меры решает инженер

3.2

День 3 · Виталий Пиков · архитектор информационной безопасности · pikov.expert

Логика DFMEA

1

Функция с количественным требованием

2

Вид отказа: как функция не выполняется

3

Последствие: что увидит водитель или сервис

4

Причина в конструкции, одна на строку

5

Меры предупреждения и обнаружения

6

Оценки S, O, D и решение команды

Пример: функция Ф-1

Обеспечить пуск двигателя после стоянки до **14 суток при –25 °C**

Вид отказа: двигатель не запускается, запускается не с первой попытки

Последствие: нужен внешний источник пуска

Причины: повышенный ток покоя, ослабление клемм, разбаланс батарей

На что опирается метод

ГОСТ Р 27.303-2021 (МЭК 60812:2018), с 01.01.2022, заменил ГОСТ Р 51901.12-2007

AIAG & VDA FMEA Handbook, 2019: семь шагов

Вместо ПЧР – приоритет действий (Action Priority)

Какие документы и шкалы у вас – решают правила организации

Учебная шкала S, O, D

Оценка	S – значимость	O – возникновение	D – обнаружение до выпуска
9–10	Угроза безопасности людей	Почти наверняка проявится	Ни расчёт, ни испытание не выявят
5–8	Не выполняет задачу, нужен внешний источник или эвакуация	У заметной части автомобилей	Только на поздних испытаниях
1–4	Неудобство, задача выполняется	Маловероятна	Надёжно – расчётом или ранней проверкой

Документ 3.5 дополнения к кейсу. Шкала составлена для курса, у вас – шкалы вашей организации

Почему от ПЧР отходят

9 × 2 × 5 = 90

безопасность

3 × 6 × 5 = 90

неудобство

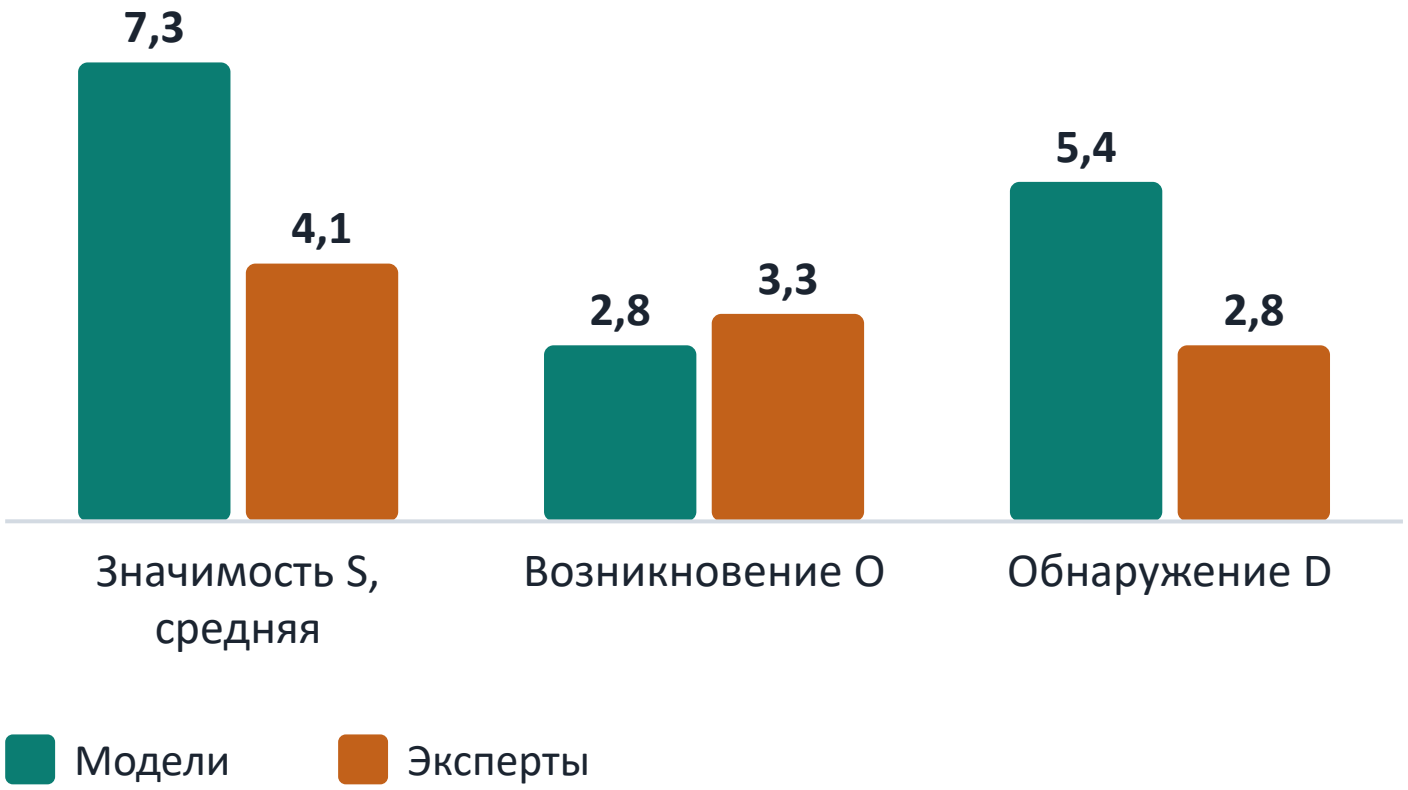
- ПЧР = S × O × D
- Пропуски в диапазоне значений, одинаковые числа при разных сочетаниях
- 9 × 2 × 5 = 90 и 3 × 6 × 5 = 90: безопасность и неудобство
- На занятии ПЧР не считаем, начинаем со строк с высокой значимостью

Сильная и слабая стороны

Однако в части результатов были ошибки и несогласованность, а рекомендации воспринимались как слишком общие, иногда странные и не отражающие глубины знаний специалиста в предметной области.

Collier, Gruss, Abrahams, 2024, doi.org/10.1111/risa.14351

Модели против экспертов



Средний ПЧР

110

Модели

36

Эксперты

Nair и соавт., 2026: 190 строк от моделей, после проверки осталось 79

Кто что делает в DFMEA

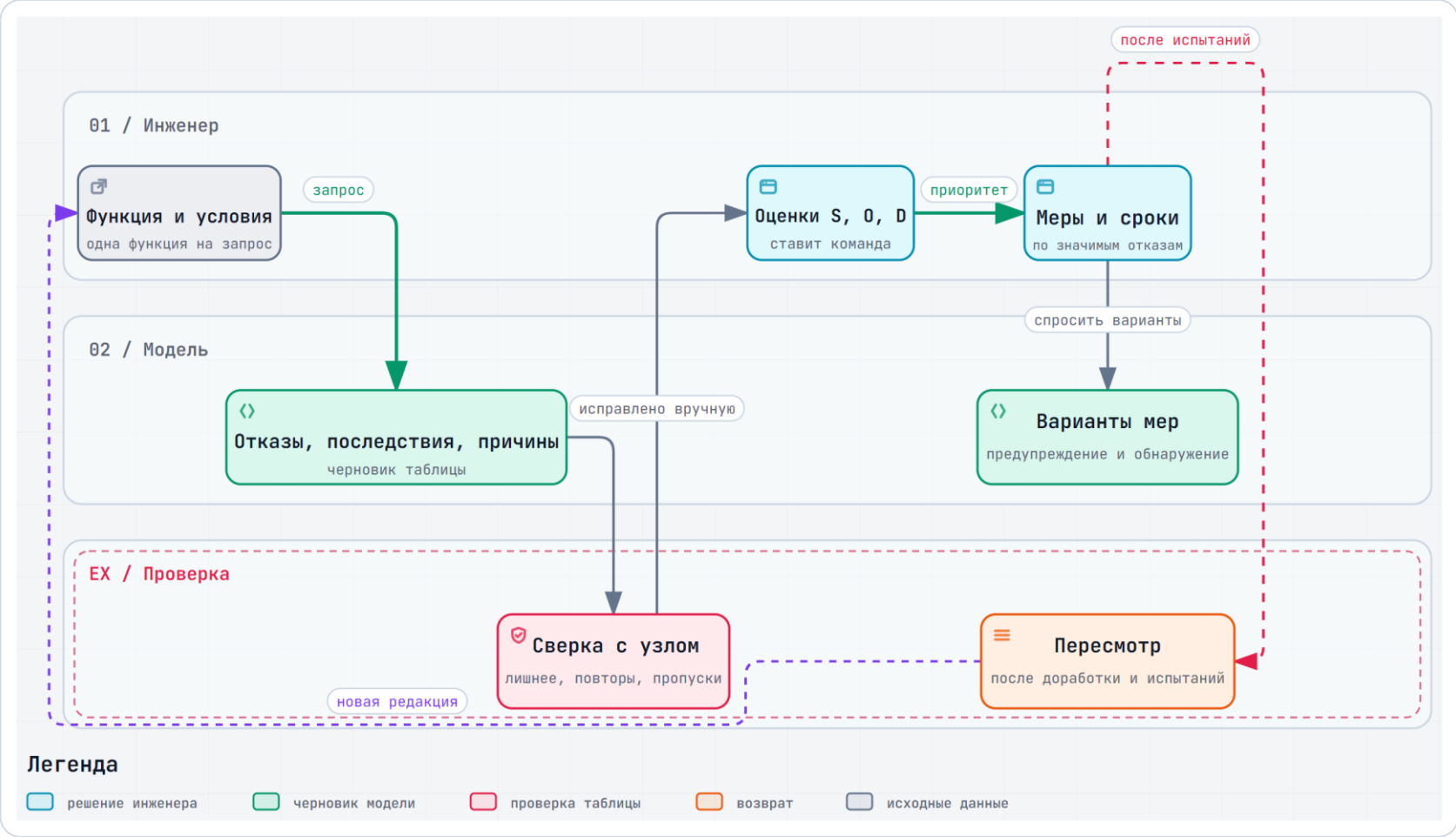
Модель может

- Перечислить отказы, причины, последствия
- Найти повторы
- Предложить варианты мер
- Задать вопросы о данных

Решает инженер или команда

- Какие строки относятся к узлу
- Значимость S
- Возникновение O и обнаружение D
- Приоритет, меры, ответственные, сроки

Цикл DFMEA: что предлагает модель и что решает инженер



Интерактивная версия – 08-Схемы/d3-cikl-dfmea.html

Самопроверка модели не работает



- Модель часто признаёт свой неверный результат правильным
- Проверяет человек
- Вторая модель или новый чат дают **дополнительные замечания**, а не проверку
- Каждое замечание инженер сверяет с кейсом, расчётами и документами
- Оценки S, O, D в черновике модели **стираем и ставим заново**

Как получить конкретный ответ

Состав узла и **границы анализа**

Требования ТЗ и **условия эксплуатации**

Одна функция на запрос, по шагам

«Оценки S, O, D не ставь», «нет данных – так и скажи»

Реальные отказы и рекламации

Самые ценные данные для оценок O и D

Это служебные сведения

Только по маршруту, разрешённому правилами вашей организации

На занятии – только учебные данные кейса

Инварианты для таблицы DFMEA

1. Причина в границах анализа или помечена как граница
2. В строке одна причина
3. Одинаковое последствие – одинаковая значимость S
4. Вид отказа – невыполнение именно этой функции
5. Нет компонентов и систем, которых в узле нет
6. Физика не нарушена
7. Меры конкретны, у меры обнаружения есть критерий (оракул)

Вероятностный генератор + детерминированные проверки = надёжная система (А. Цымлов)

Четыре вопроса к хорошей мере

1

Что меняется в конструкции или документации?

2

Какую причину предупреждает или какой вид отказа позволяет обнаружить?

3

Как проверим, что мера сработала?

4

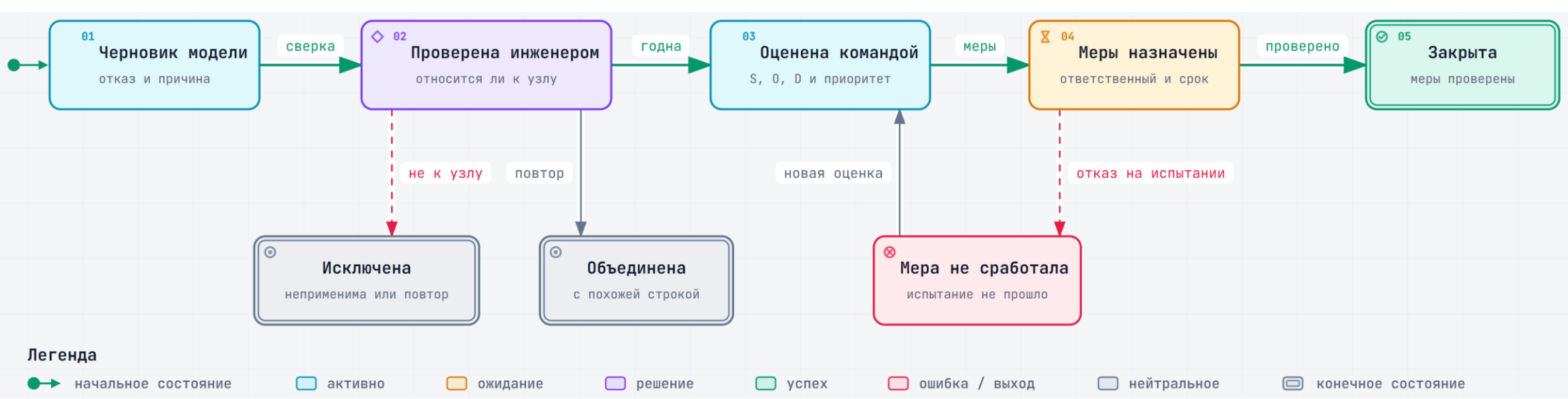
Кто и когда это сделает?

Разобранная строка DFMEA

Столбец	Содержание
Вид отказа и последствие	Двигатель не запускается после 14 суток – нужен внешний источник
Причина	85 мА через 30 мин больше 40 мА (п. 4.3, ред. 1); 62 мА через 2 ч – для энергобаланса, отдельной нормы нет (З-2). Больше всего – головное устройство (Д-1)
Текущие меры предупреждения	Расчёт энергобаланса (Д-2) – есть, но конструкция его не выполняет
Текущие меры обнаружения	Замер тока покоя через 30 мин, не более 40 мА (п. 4.3, ред. 1)
Рекомендуемые действия	Реле отключения головного устройства (задача К-1), повторный замер
Ответственный	Конструктор электрооборудования, срок – команда

S, O, D ставит команда на практике. Предложение – в рекомендуемых действиях, пока его не выполнили

Строка DFMEA: от черновика модели до закрытия



Интерактивная версия – 08-Схемы/d3-stroka-dfmea.html

Задание 1. Черновик DFMEA по функции Ф-1

60 мин

1. Данные: пп. 4.3–4.5 ТЗ по редакции 1 (день 1)
2. Шаг 1: виды отказа и последствия
3. Шаг 2: причины, одна на строку, с опорой на данные
4. Шаг 3: текущие меры – только из данных, иначе «не установлено»; предложения – отдельно, с критерием
5. Шаг 4: перенос в шаблон, предложения – в «Рекомендуемые действия», S, O, D пока пустые

```
Разбираем только функцию
Ф-1 … Границы анализа:
батареи, выключатель
массы,
блок предохранителей и
реле, генератор, провода и
соединения.
Оценки S, O, D не ставь.
Если данных не хватает,
задай вопросы.
```

Задание 2. Проверка таблицы



30 +
30 мин

1. 2а. Черновик модели (документ 3.6): решение по каждой из 10 строк
2. Проверить ПЧР и вывод модели со ссылкой на стандарт
3. 2б. Своя таблица по семи инвариантам
4. Неприменимые – исключить, повторы – объединить, пропуски – дописать
5. Вторая модель даёт замечания – каждое сверить с кейсом

Задание 3. Оценки и меры



45 мин

1. Оценки S, O, D в команде по учебной шкале, с основанием
2. Сравнить с оценками модели, если она их поставила
3. Три строки для работы по учебному правилу
4. Меры от модели – выбрать, назначить роль и срок
5. В итогах – задание к модулю 5: выбрать рутинную задачу подразделения, принести к 25.11, 08:00

Задание повышенной сложности. От мер обнаружения к программе испытаний



30–45 мин

1. Для тех, кто справился с основными заданиями. Можно сделать и после занятия
2. Меры обнаружения из DFMEA – во фрагмент программы испытаний
3. Чего испытания не увидят – проверяем по кейсу
4. Трассировка: строка – испытание – пункт ТЗ
5. Результат: фрагмент программы на 2–3 испытания

Что запомнить

- DFMEA идёт от функции
- Модель расширяет перечень, но даёт лишнее, повторы и пропуски
- S, O и D ставит команда
- Текущие меры – из документов, предложения – в рекомендуемые действия
- Одна функция на запрос, с описанием узла и условий
- Реальные отказы – только разрешённым путём

Автор курса – Виталий Пиков



Регалии

Архитектор информационной безопасности · РБПО · DevSecOps · AppSec

Лектор и автор образовательных программ по ИБ и РБПО

Телефон

+7 (963) 782-92-78

E-mail

vitaly@pikov.expert

Сайт

https://pikov.expert

Telegram

@UnderLineSecurity