

МГТУ им. Н.Э. Баумана
Молодежный космический центр

FMEA-анализ проекта/конструкции

© С. Карпенко, 2003 г.

Москва 2003

Помимо проектировочных расчетов в рамках работ над микроспутником «Бауманец», создаваемым МГТУ им Баумана, необходимо провести так называемый системный анализ проектируемой системы или конструкции. Одним из пунктов системного анализа является анализ проектируемой системы или конструкции на надежность. Для того, чтобы в самых общих чертах понять, как это делать, была составлена данная статья. Представленный материал получен из нескольких источников. В дальнейшем он будет еще углубляться и дополняться, но для начала следует ознакомиться с этой, самой первой, версией. Системный анализ, и в частности, FMEA-анализ, будут в обязательном порядке включены в план работ по каждому направлению наряду с решением прочих технических задач.

FMEA-анализ

FMEA - анализ (Failure Mode and Effects Analysis) - технология анализа возможности возникновения и влияния дефектов на потребителя; FMEA-анализ проводится для разрабатываемых продуктов и процессов с целью снижения риска потребителя от потенциальных дефектов.

FMEA является стандартом системы качества ИСО 9000. Как известно, стандарт ИСО 9000 требует, чтобы производитель внедрял методы анализа проектных решений, причем такому анализу должны подвергаться как входные данные проекта, так и выходные. Поскольку система качества жизненно важна для предприятия, имеет смысл или создать и внедрять системы качества с использованием типовых технологий анализа (ФСА, FMEA, ФФА), или использовать собственные технологии с аналогичными возможностями. Использование типовых технологий предпочтительно, поскольку результаты понятны не только производителю, но и потребителю, и в полной мере выполняют функцию доказательств качества.

По сути, FMEA-анализ используется для анализа режимов работы систем, в т.ч. технических, при разного рода сбоях, и выработке мер по их предотвращению.

Цели FMEA (4):

1. На стадии проектирования выявить все потенциальные элементы и процессы, которые могут привести к сбою системы. В идеале необходимо исключить их из проекта или свести их угрозу к нулю;
2. выявить эффекты и последствия, к которым приведут эти сбои;
3. докопаться до истинной причины сбоя;
4. задать приоритет действиям по снижению риска, используя значение приоритета риска. Это значение рассчитывается с использованием вероятности появления сбоя, тяжести последствий сбоя, вероятности обнаружения дефекта при изготовлении;
5. разработать, сформулировать и документировать превентивные меры.

FMEA-анализ может использоваться как в комбинации с ФСА или ФФА - анализом (см. 1), так и самостоятельно. FMEA – анализ (в отличии, например, от ФСА) не анализирует прямо экономические показатели, в том числе затраты на недостаточное качество, а только позволяет выявить именно те дефекты, которые обуславливают наибольший риск потребителя, определить их потенциальные причины и выработать корректировочные

мероприятия по их исправлению еще до того, как эти дефекты проявятся и, таким образом, предупредить затраты на их исправление.

FMEA - анализ включает два основных этапа:

- этап построения компонентной, структурной, функциональной и потоковой моделей объекта анализа;
 - этап исследования моделей, при котором определяются (см 1,2):
1. **потенциальные дефекты** для каждого из элементов компонентной модели объекта: такие дефекты обычно связаны или с отказом функционального элемента (разрушение, механ. поломка); с неправильным выполнением элементом его полезных функций (выход параметров за допустимые пределы; отказом по точности, производительности и т.д); плюс дефекты, которые могут возникнуть при транспортировке, хранении, изменении внешних условий (температура, давление, влажность); в качестве первого шага рекомендуется анализ проблем, возникших за время гарантийного срока эксплуатации изделия;
 2. **потенциальные последствия дефектов для потребителя** – проработка цепочек отказов; на данном этапе используются структурная, потоковая модели исследуемых объектов;
 3. **технологии выявления технической причины возникшего дефекта:**
 - определение возможности контроля появления дефекта (может ли дефект быть выявленным до наступления последствий);
 - определение возможности получения дампа состояния системы на момент возникновения дефекта, для последующего анализа ее параметров;
 4. **экспертная оценка последствий дефектов:**
 - параметра тяжести последствий (В) – 0..10, 10 – юридическая ответственность;
 - параметра частоты возникновения дефекта (А) – 0..10, 10 – частота превышает величину $\frac{1}{4}$;
 - параметра вероятности обнаружения дефекта на ранних стадиях (Е) – 0..10, 10 – скрытые, пока не наступят последствия;
 - параметра риска потребителя: $RPZ = B \cdot A \cdot E$. Параметр с максимальным риском необходимо устранять в первую очередь.
 - Составление сводной таблицы.
 5. Выбор приоритетов по устранению дефектов
 6. Превентивные действия:
 - исключение причин возникновения дефектов (изменение конструкции с целью понизить вероятность его возникновения) – уменьшение параметра А;
 - воспрепятствовать возникновению дефекта;
 - снизить его влияние (уменьшить В);
 - облегчить его выявление, и повысить достоверность выявления;
 7. Действия по устранению дефекта:
 - облегчить ремонт;
 - облегчить получение полной информации о системе в момент сбоя, для последующего анализа,

- повысить достоверность выявления истинной технической причины сбоя, являющегося следствием дефекта;

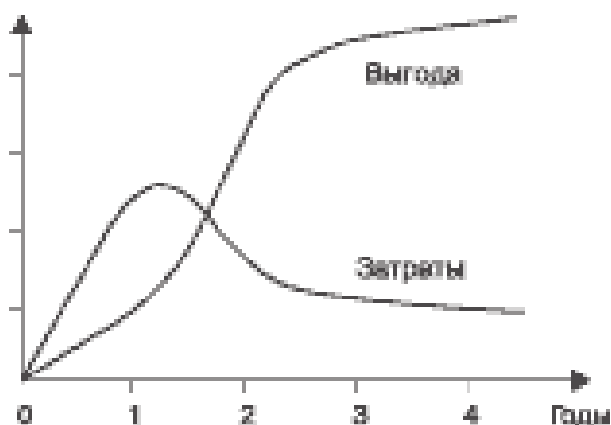
8. Разработка корректировочных мероприятий на производстве

9. Разработка плана внедрения этих мероприятий

- временная последовательность их внедрения: сколько времени потребует каждое изменение; когда ожидается появление эффекта от него;
- выбор ответственных и исполнителей для каждого из мероприятий;
- где проводить мероприятия (в какой структуре подразделения);
- сколько требуется для этого денег, и где их взять.

Результаты анализа заносятся в специальную таблицу. Выявленные "узкие места", - компоненты объекта, для которых RPZ будет больше 100...120, - подвергаются изменениям, то есть разрабатываются корректировочные мероприятия.

Часто разработанные мероприятия заносятся в последующую графу таблицы FMEA-анализа. Затем пересчитывается потенциальный риск RPZ после проведения корректировочных мероприятий. Если не удалось его снизить до приемлемых пределов (малого риска $RPZ < 40$ или среднего риска $RPZ < 100$), разрабатываются дополнительные корректировочные мероприятия и повторяются предыдущие шаги.



Соотношение затрат и выгод от применения FMEA-методологии (3)

Источники:

1. http://www.iso9000.ru/Technol_qual/analys.htm
2. <http://www.standard.ru/iso9000/iso9000-txt17.phtml>
3. <http://bvp.h1.ru/docum/fmea/fmea.html>
4. <http://www.fmeainfocentre.com>
5. <http://www.reliability.com/articles>