



Structural Analysis and Reliably Assessment (SARA) в SimInTech

анализ надежности, отказоустойчивости
и стоимости обслуживания

ООО «ЗВ Сервис»
2017

Содержание

1. **Необходимость в анализе надежности**
2. Этапы анализа надежности
3. Процесс выполнения анализа
 - Создание структурно-логической модели объекта
 - Моделирование отказов, тестирование модели
 - Ввод показателей надежности компонентов
 - Выполнение расчета надежности и отказоустойчивости
4. Сравнение с другими методиками анализа надежности
5. Преимущества SARA

Необходимость в анализе надежности

Требования при проектировании

При проектировании сложных и дорогостоящих объектов необходимо учитывать возможность отказов отдельных компонентов и последствия

Финансовое обоснование проекта

Необходимо обладать информацией о коэффициенте готовности объекта по разным функциям, коэффициенте используемой мощности.

Техническое обслуживание и ремонт оборудования (ТОР)

Необходимо учитывать материальные и временные затраты на плановые ремонты, частоту отказов компонентов, стоимость и время ремонтных операций.

Запасные части, инструменты и принадлежности (ЗИП)

Требуется владеть информацией об оптимальном размере комплектов ЗИП.

Требования законодательства в отрасли

Требуется обоснование отказоустойчивости при единичных и зависимых отказах компонентов.

Содержание

1. Необходимость в анализе надежности
2. **Этапы анализа надежности**
3. Процесс выполнения анализа
 - Создание структурно-логической модели объекта
 - Моделирование отказов, тестирование модели
 - Ввод показателей надежности компонентов
 - Выполнение расчета надежности и отказоустойчивости
4. Сравнение с другими методиками анализа надежности
5. Преимущества SARA

Этапы анализа надежности

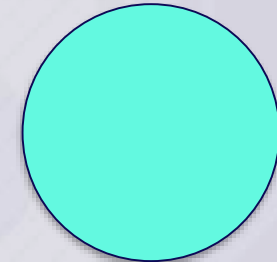
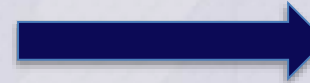
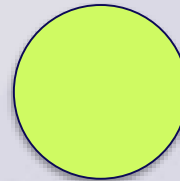
SARA позволяет проводить анализ надежности на различных стадиях проектирования

Эскизный проект

Технический проект

Рабочая документация

объем модели SARA



- предварительная оценка надежности;
- выбор и обоснование структуры систем, схем резервирования;
- оценка влияния технического обслуживания на готовность;
- оценка и обоснование детерминированных критериев отказоустойчивости.
- полный расчет надежности;
- автоматическая генерация таблиц FMEA, сечений отказов, любых показателей надежности;
- расчет стоимости обслуживания и объем простоев в связи с отказами оборудования и плановыми ремонтами.
- быстрый перерасчет надежности на основе точной информации из документации;
- расчет оптимальных комплектов ЗИП;
- выпуск документации по надежности.

Содержание

1. Необходимость в анализе надежности
2. Этапы анализа надежности
3. **Процесс выполнения анализа**
 - Создание структурно-логической модели объекта
 - Моделирование отказов и тестирование модели
 - Ввод показателей надежности компонентов
 - Выполнение расчета надежности и отказоустойчивости
4. Сравнение с другими методиками анализа надежности
5. Преимущества SARA

Процесс проведения анализа

Моделирование можно начинать на ранних стадиях проекта и детализировать по мере появления данных



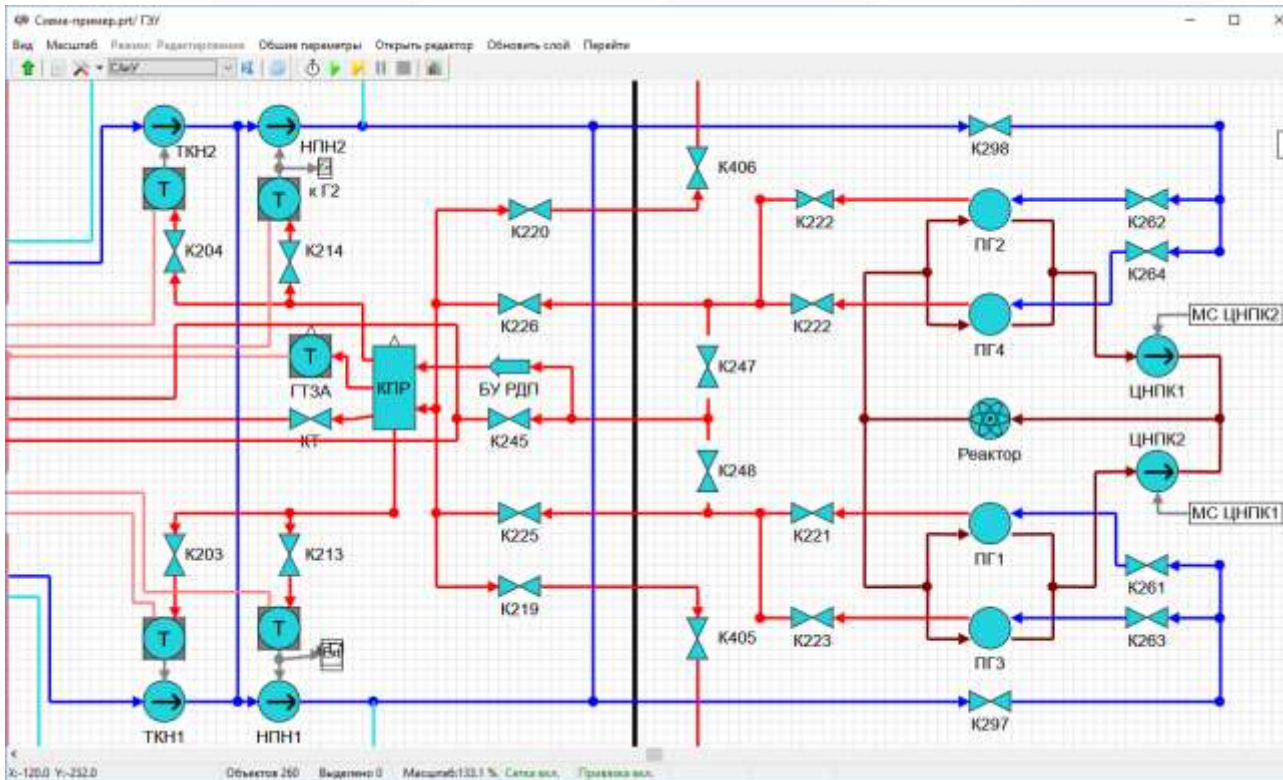
Создание структурно-логической модели

Преимущества подхода SARA к описанию объекта

- структурно-логические схемы имеют вид, максимально приближенный к традиционным технологическим схемам, понятным инженерам;
- ввод схем не требует наличия каких-либо знаний по теории надежности, теории вероятностей, математической логике;
- схема может иметь иерархическую структуру бесконечной вложенности;
- схема может уточняться по мере появления более детальной информации, даже отдельные блоки могут представляться как сложные объекты с внутренней структурой;
- работа над схемой может быть разделена между различными отделами (технологические системы, электроснабжение, система контроля и управления и т.д.), достаточно только обозначить точки связей между системами и единая модель будет собрана автоматически;
- на основе модели автоматически генерируются таблицы FMEA.

Создание структурно-логической модели

Модель описывает структуру объекта, связи между его компонентами, критерии выполнения различных функций, виды отказов и их последствия

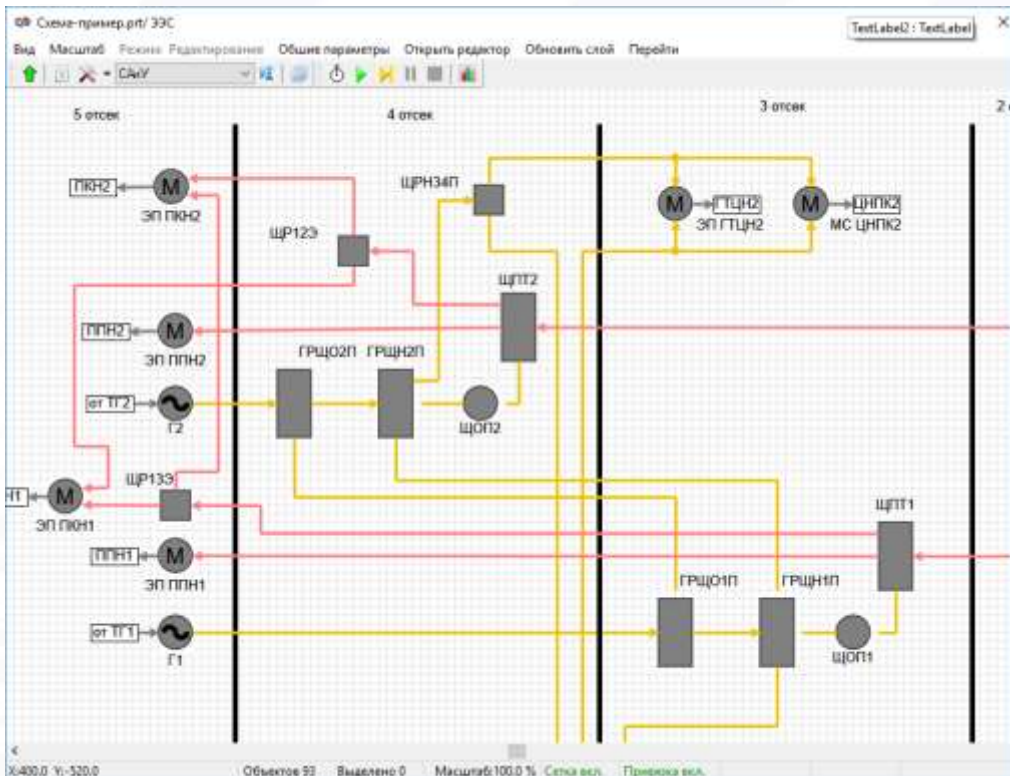


Структура объекта набирается из блоков, моделирующих реальные технические элементы:

- клапаны;
- насосы;
- генераторы;
- электрические щиты;
- контроллеры;
- и т.д.

Создание структурно-логической модели

Модель описывает структуру объекта, связи между его компонентами, критерии выполнения различных функций, виды отказов и их последствия



Связи между блоками отображают:

а) реальные физические связи:

- трубопроводы;
- силовые и информационные кабели;
- механические связи;
- электрические щиты;
- контроллеры;
- и т.д.

б) логические связи и действия операторов.

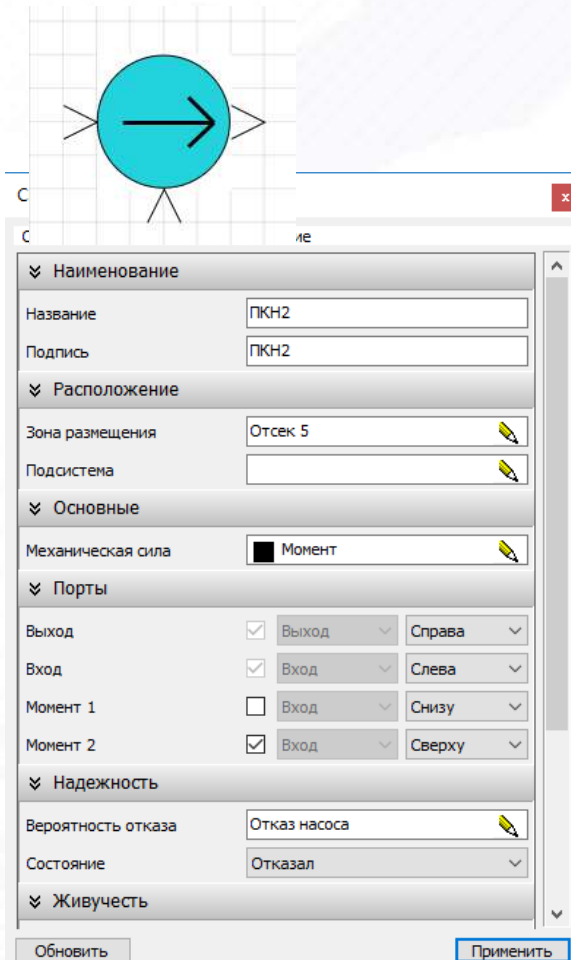
Создание структурно-логической модели

Модель описывает структуру объекта, связи между его компонентами, критерии выполнения различных функций, виды отказов и их последствия

Каждый блок характеризуется:

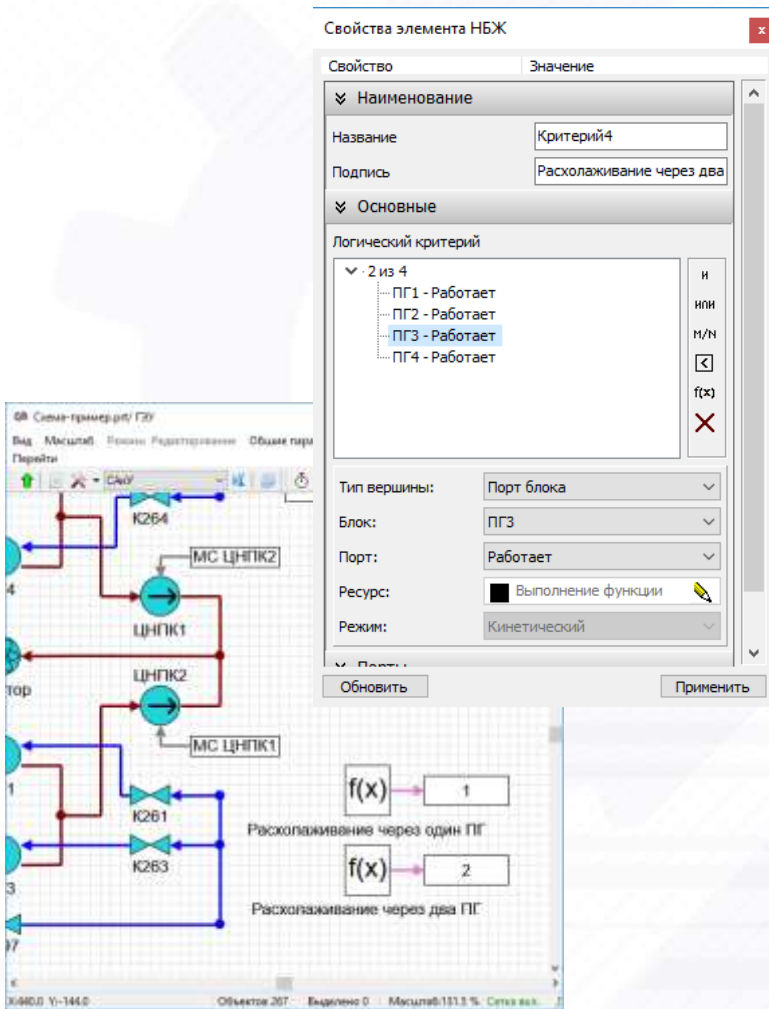
- набором портов для проведения связей;
- набором дискретных состояний (открыт, закрыт, отказ);
- видами отказов;
- математической моделью функционирования (написанной на встроенном скриптовом языке);
- привязкой к подсистеме и топологической зоне размещения;
- показателями надежности, ремонтпригодности и т.п.,
- иными параметрами (как например, параметры напряжения/тока для генератора).

Все блоки размещаются в расширяемой библиотеке.



Создание структурно-логической модели

Модель описывает структуру объекта, связи между его компонентами, критерии выполнения различных функций, виды отказов и их последствия

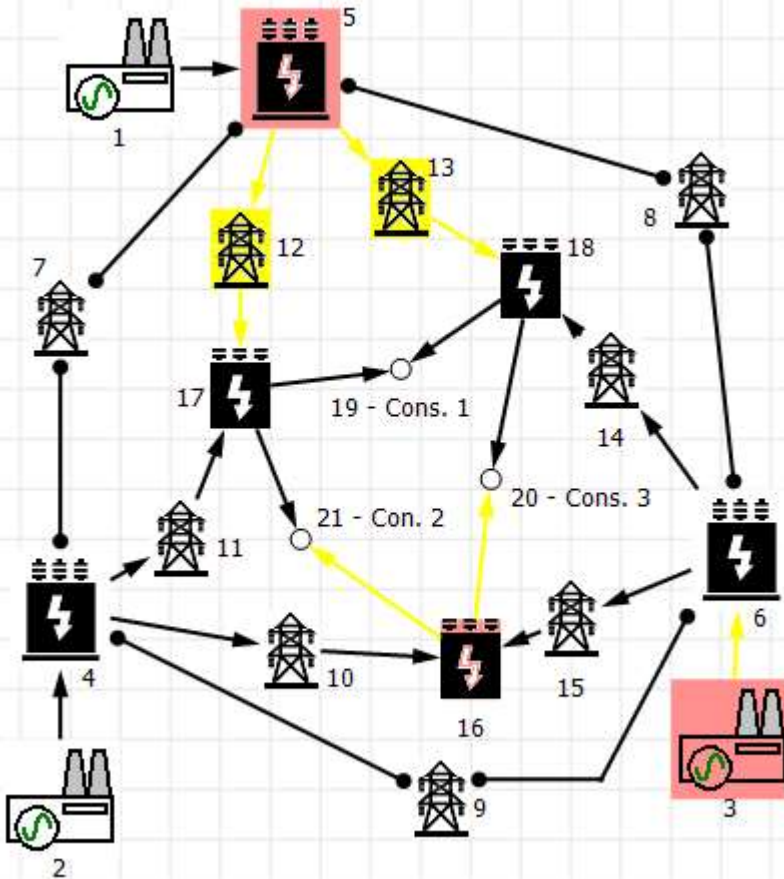


Моделирование функций систем:

- функции систем выделяются прямо на схеме;
- функция задается логическим выражением от состояния выходных элементов;
- функции могут зависеть от других функций, можно задать иерархию функция-подфункция;
- блоки автоматически (по схеме) определяют необходимые для их работы смежные элементы, в том числе элементы из обеспечивающих систем: электроснабжение, охлаждение, система контроля и управления и т.д.

Моделирование отказов и тестирование

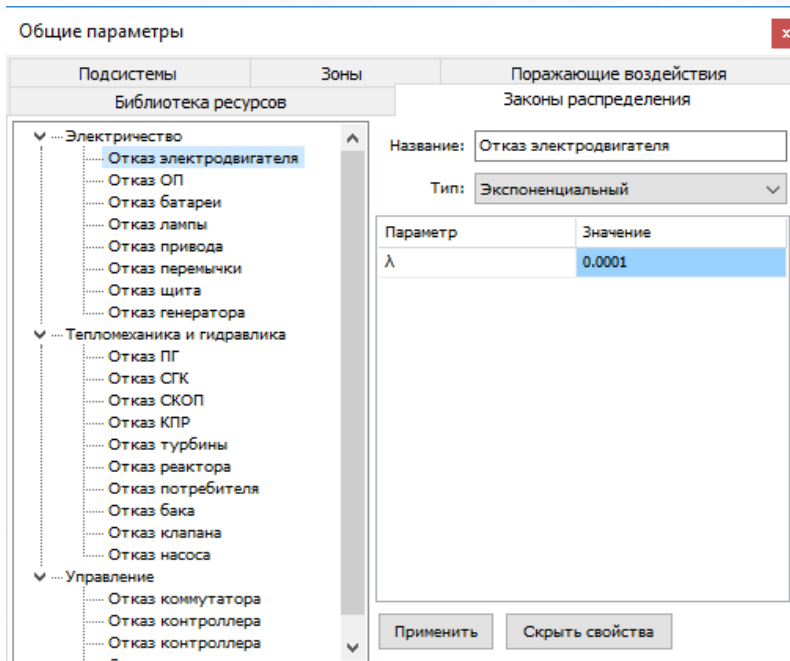
После ввода модели пользователь может наглядно проверить ее адекватность как для отдельной подсистемы, так и для всего объекта в целом



- Пользователь выбирает блоки и связи, применяет к ним один из доступных видов отказов.
- SARA показывает блоки и функции, которые станут недоступны после отказов.
- Пользователь может применить одно из поражающих воздействий (взрыв, пожар, затопление) заданной интенсивности к элементам из нужной топологической зоны или подсистемы.
- Анализ может проводиться в рамках выбранной подсистемы или для всего объекта в целом.

Ввод показателей надежности

Изначально все блоки снабжены библиотечными показателями надежности и ремонтпригодности



- Все показатели надежности хранятся в библиотеке и изначально привязаны к типам блоков.
- При необходимости значение показателя меняется для одного блока или всех однотипных блоков.
- Возможна работа с неэкспоненциальными распределениями.
- Для каждого блока может быть задана модель отказов:
 - невосстанавливаемый или восстанавливаемый элемент;
 - явный/скрытый отказ;
 - период диагностики.

Варианты расчетов

SARA позволяет рассчитать показатели надежности, которые делятся на показатели безотказности и готовности, а также стоимость обслуживания/ремонта

Надежность

Безотказность

- вероятность безотказной работы
- средняя наработка до первого отказа
- неопределенность наработки до отказа
- интенсивность отказов

Готовность

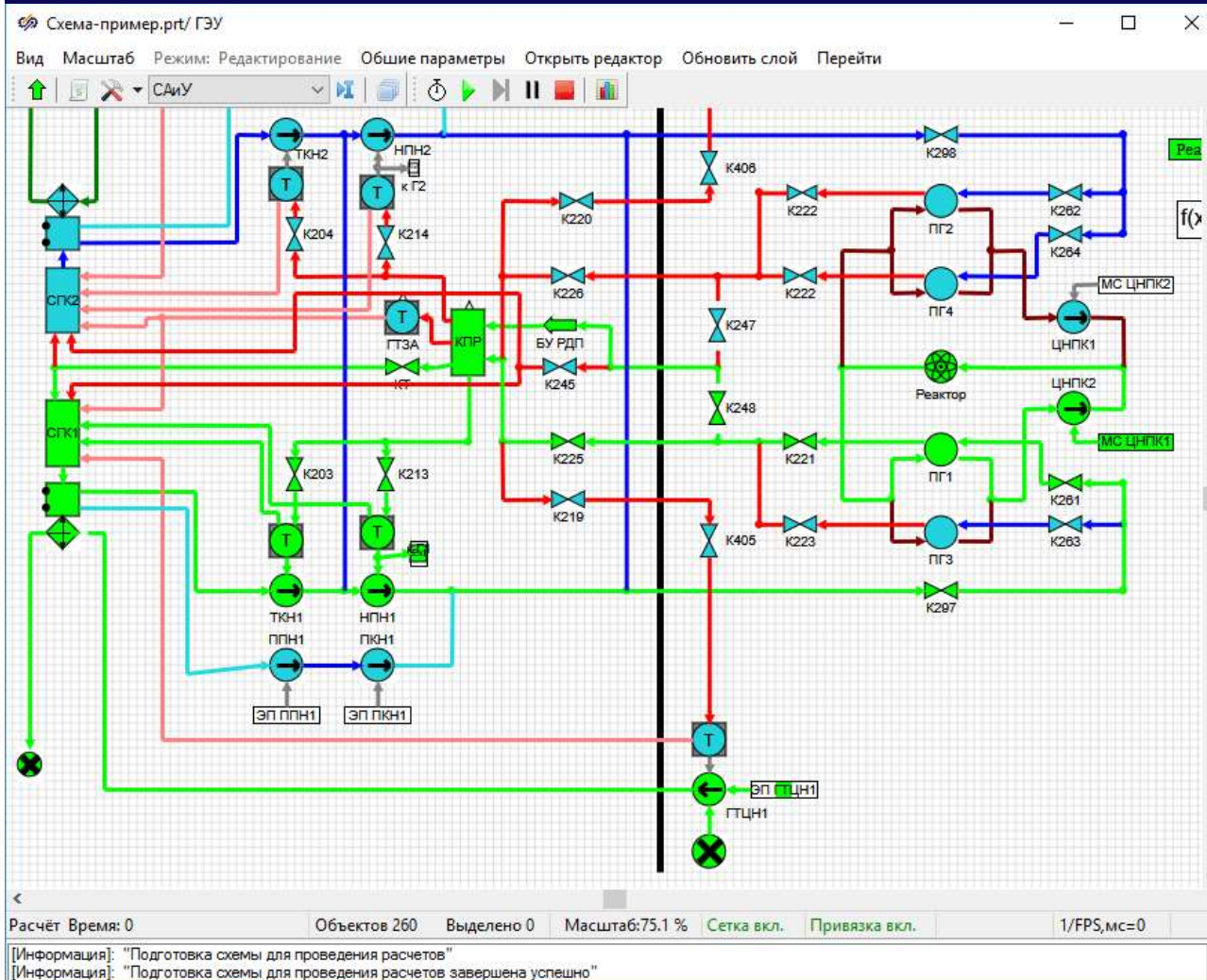
- график коэффициента готовности
- средняя наработка между отказами
- среднее время восстановления
- интенсивность отказов
- среднее количество отказов за период

Стоимость обслуживания/ремонта и ЗИП

- расчет интенсивности отказов по видам элементов
- расчет средних затрат на ремонт и замену
- анализ надежности с учетом ЗИП, подбор оптимальных комплектов ЗИП

Расчет отказоустойчивости

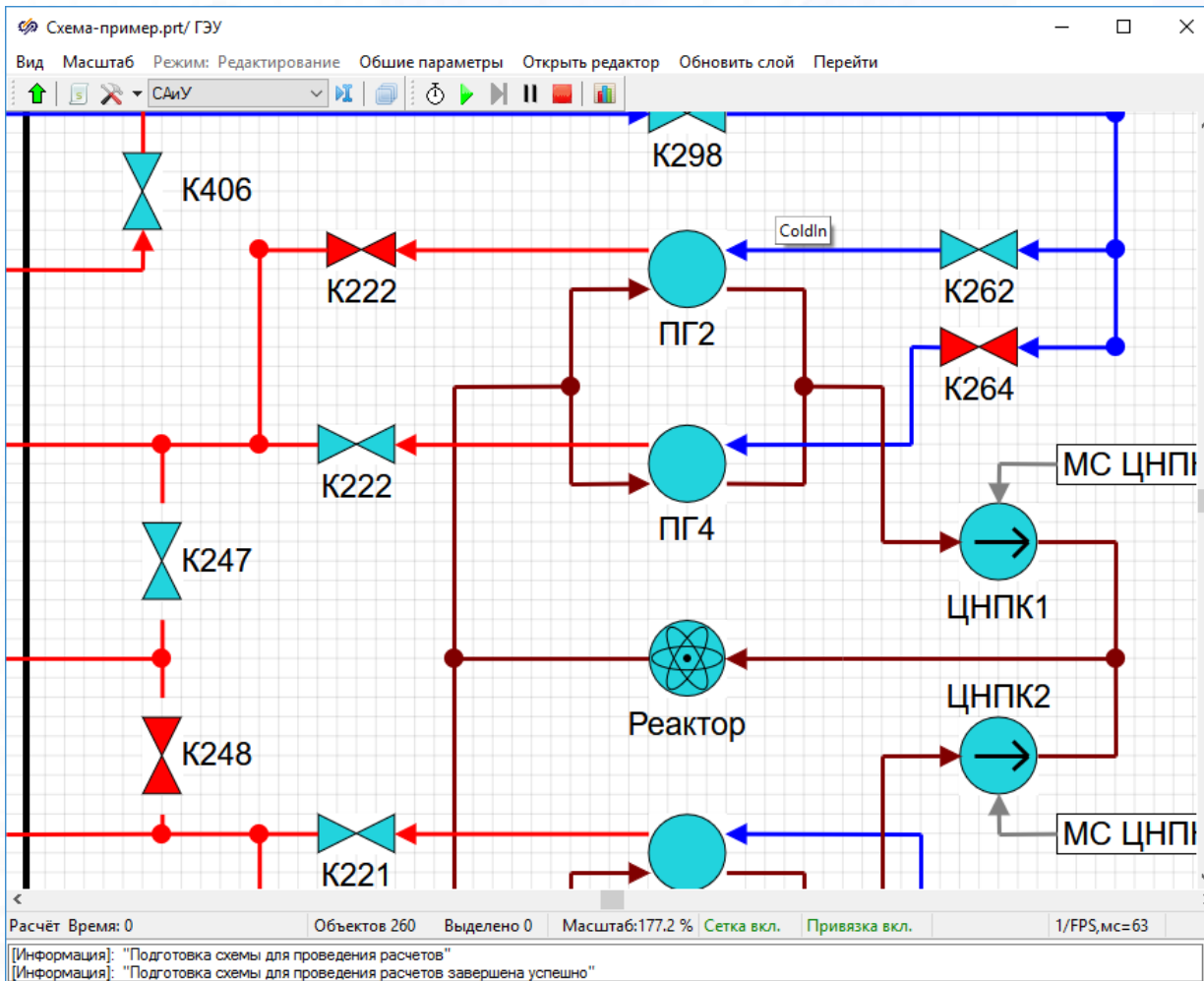
Определение и визуализация всех режимов выполнения функции системы



В резервированной системе могут быть реализованы несколько режимов выполнения одной и той же функции. SARA позволяет их визуализировать, давая инженеру удобный инструмент проверки модели на ошибки, допущенных на этапе ее формирования.

Расчет отказоустойчивости

Определение и визуализация минимальных сечений отказов



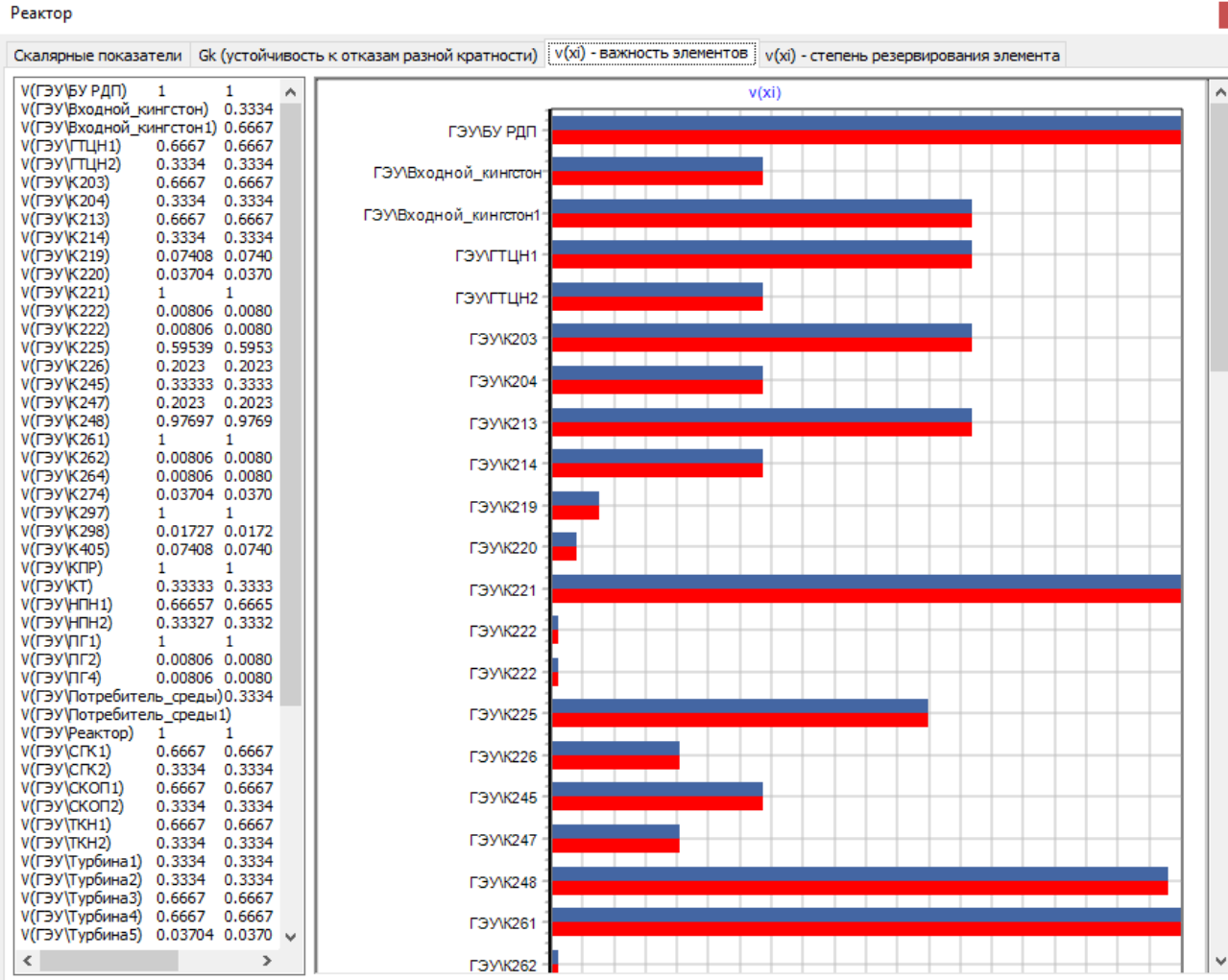
Минимальное сечение отказов (МСО) – минимальная по составу комбинация отказов элементов, приводящая к отказу функции системы.

SARA производит поиск МСО:

- любой кратности или с кратностью не выше заданной;
- внутри одной подсистемы или во всем объекте;
- с учетом места размещения блоков или без.

Расчет отказоустойчивости

Оценка важности отдельных элементов для выполнения заданной функции

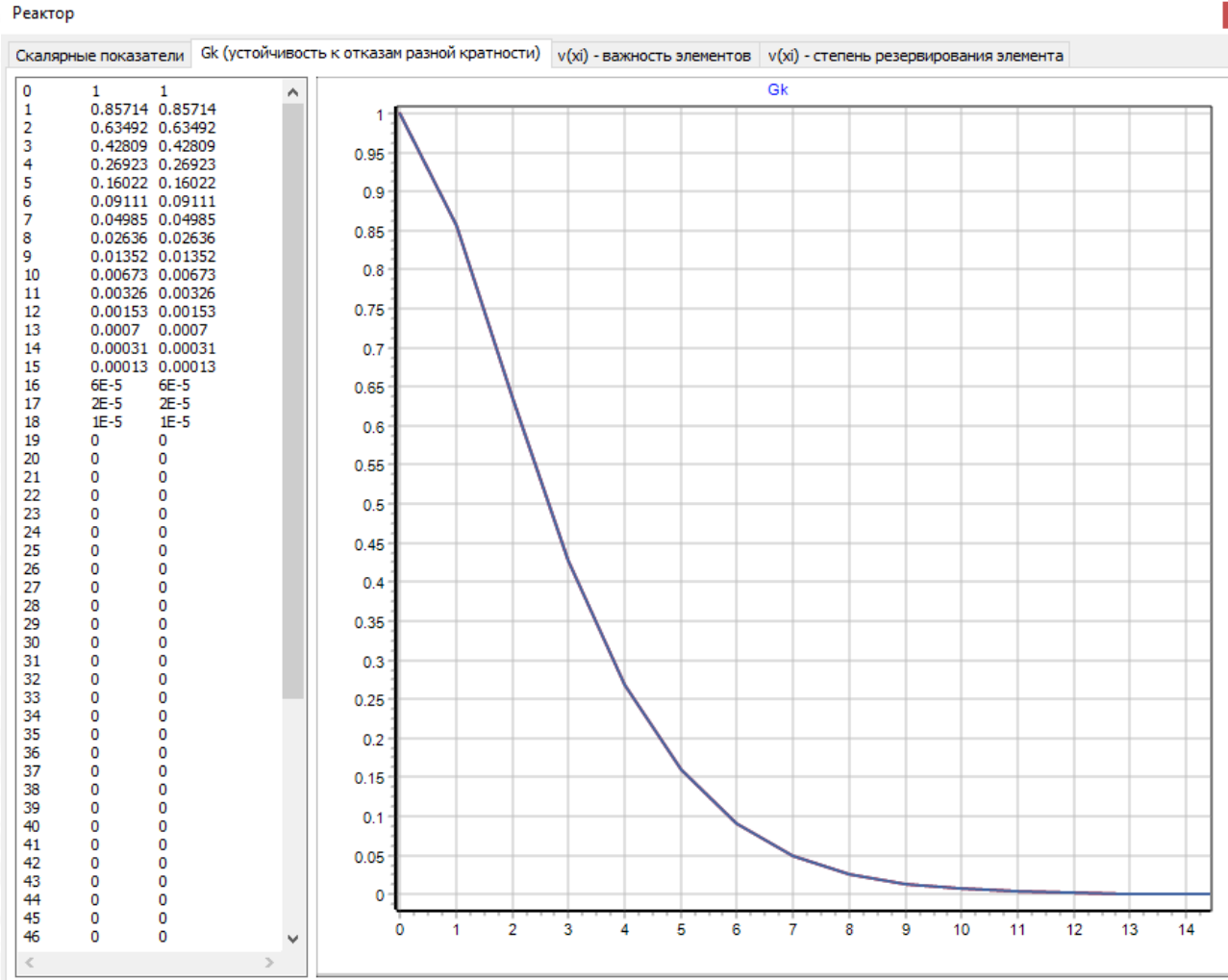


Данные показатели позволяют оценить критичность элемента системы для выполнения заданной функции по шкале:

- 1 – элемент никак не резервирован;
- 0-1 – единичный отказ этого элемента не приведет к отказу функции;
- 0 – элемент не влияет на функцию.

Расчет отказоустойчивости

Построение кривой стойкости системы к отказам различной кратности



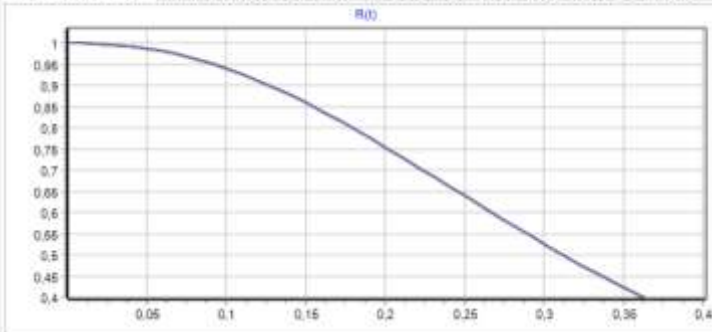
Данная кривая позволяет оценить отказоустойчивость системы не только для единичных отказов, но и для отказов второй, третьей и т.д. кратности.

Показывает долю отказов заданной кратности, которая не приводит к отказу функции системы.

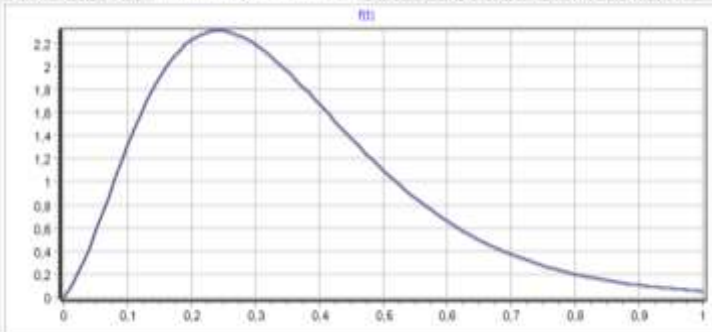
Расчет показателей надежности

Примеры результатов расчетов

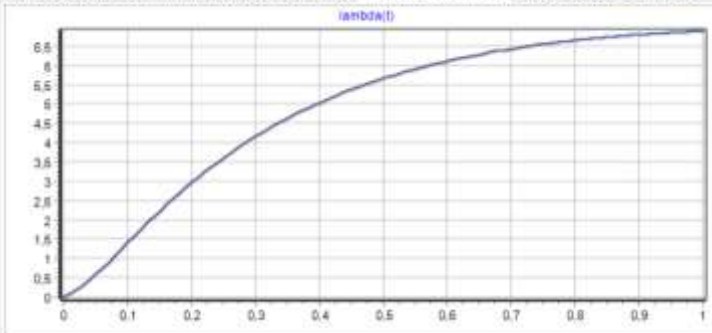
Функция безотказности Плотность наработки до отказа Интенсивность отказов Средняя наработка до отказа



Функция безотказности Плотность наработки до отказа Интенсивность отказов Средняя наработка до отказа



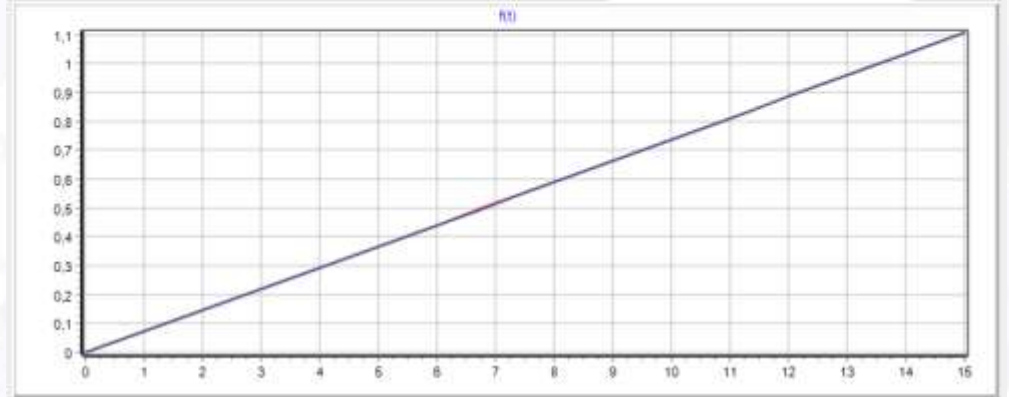
Функция безотказности Плотность наработки до отказа Интенсивность отказов Средняя наработка до отказа



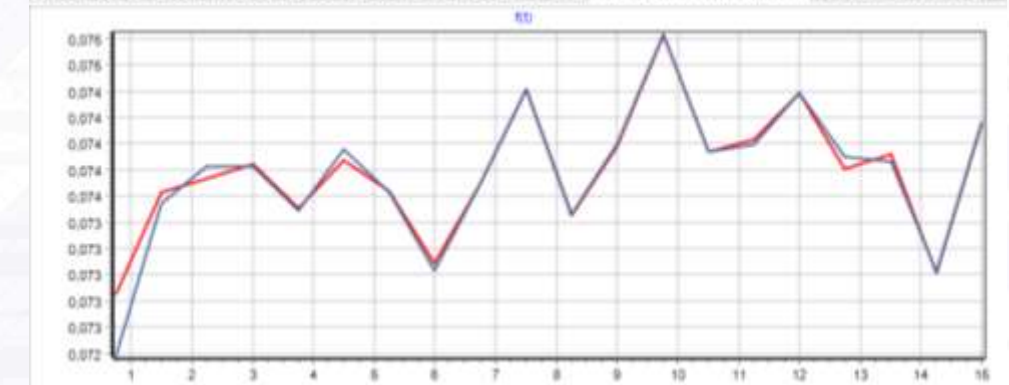
Все потребители - V1: Надежность (один вид отказов, метод Монте-Карло, восстанавливаемый) (26.04.2017 19:51:10)

Максимальное время: 15 Средняя наработка до первого отказа: 5,194 СКО: 4,204 по 96,17 % итераций
Кол-во итераций: 500 000 Средняя наработка между отказами: 5,261 СКО: 4,016
Кол-во интервалов: 20 Среднее время восстановления: 0,005 СКО: 0,005
Средняя готовность: 1

Плотность наработки до отказа Интенсивность отказов Поток отказов/восстановлений Средние количества отказов/восстановлений



Безотказность/Готовность Плотность наработки до отказа Интенсивность отказов Поток отказов/восстановлений Средние количества отка

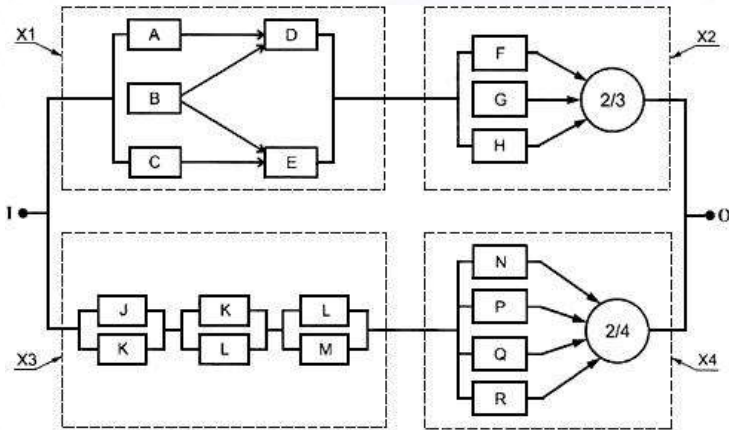


Содержание

1. Необходимость в анализе надежности
2. Этапы анализа надежности
3. Процесс выполнения анализа
 - Создание структурно-логической модели объекта
 - Моделирование отказов, тестирование модели
 - Ввод показателей надежности компонентов
 - Выполнение расчета надежности и отказоустойчивости
- 4. Сравнение с другими методиками анализа надежности**
5. Преимущества SARA

Сравнение

Сравнение с методом анализа надежности построения блок-схемы (RBD)

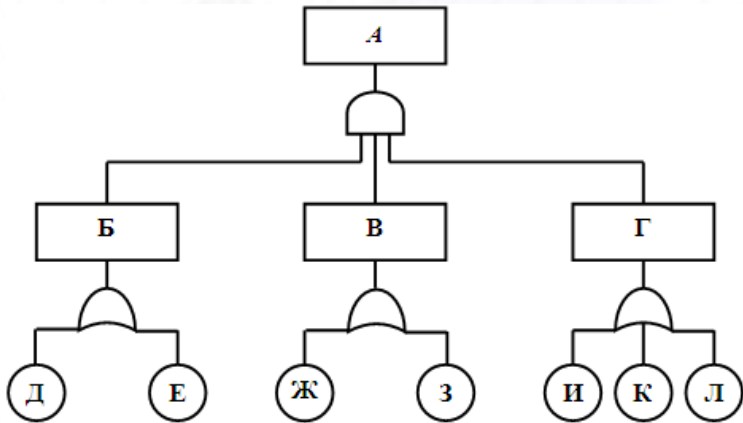


Недостатки методики RBD:

- неудобство моделирования систем, имеющих сложную (не последовательно-параллельную с точки зрения надежности) структуру, например, «мостиковые» схемы;
- сложность моделирования нескольких видов отказов;
- сложность моделирования взаимосвязей между системами.

Сравнение

Сравнение с методом анализа надежности построения деревьев отказов (FT)



Недостатки методики FT:

- отсутствие наглядности деревьев отказов при моделировании больших систем;
- необходимость «распутывания» логических циклов при моделировании взаимодействующих подсистем.

Содержание

1. Необходимость в анализе надежности
2. Этапы анализа надежности
3. Процесс выполнения анализа
 - Создание структурно-логической модели объекта
 - Моделирование отказов, тестирование модели
 - Ввод показателей надежности компонентов
 - Выполнение расчета надежности и отказоустойчивости
4. Сравнение с другими методиками анализа надежности
5. **Преимущества SARA**

Преимущества SimInTech SARA

SimInTech SARA – легкий и удобный инструмент автоматизирующий работу инженера, ответственного за анализ надежности

Легкость и простота использования

- Модель формируется в виде, похожем на технологические схемы.
- Возможность создания и многократного использования собственных блоков, модификации модели для нового проекта при наличии старой модели.
- Ввод и отладка схемы могут быть распараллелены между соответствующими конструкторскими отделами.
- Нет необходимости в знаниях по теории вероятностей, надежности, необходимости в построении деревьев отказов и «распутывании» логических циклов.

Автоматизация работы

- Автоматическая генерация таблиц FMEA.
- Автоматический расчет всех минимальных сечений отказов, оценка важности элементов, устойчивости системы к отказам разной кратности.
- Расчет частоты и стоимости ремонта, ущерба от простоя объекта.
- Расчет надежности с учетом ЗИП, подбор оптимального размера комплектов ЗИП.



Илья Колотыркин

Коммерческий директор

+7 (916) 58 22 666

i.kolotyркиn@3v-services.com

Тестовая версия SimInTech:

<http://simintech.ru/>