



Москва, 29 сентября - 1 октября



МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ И ВЫСТАВКА
РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА ЭНЕРГОСИСТЕМ 2021

Методика расчета показателей надежности РЗА на основе модели функционального состояния

Волошин Александр, Волошин Евгений, Грачева Наталья

Центр НТИ МЭИ

Россия

Грачева Наталья



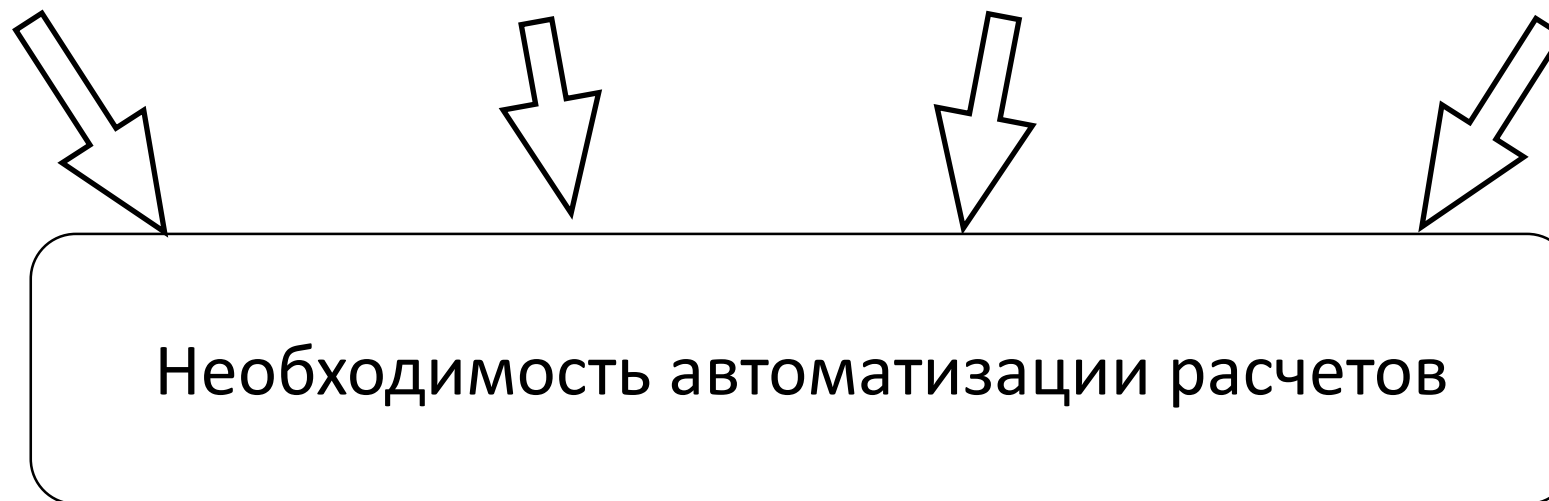
Разработка ПК для расчета показателей надежности

Высокая
трудоемкость
аналитического
расчета показателей
надежности

Применение различных
архитектур для
реализации РЗА ЦПС,
что требует разработки
новых ДН для каждой
архитектуры

ДН могут изменяться
в ходе эксплуатации
ПС в связи с
изменением активной
топологии ЛВС и
шины процесса

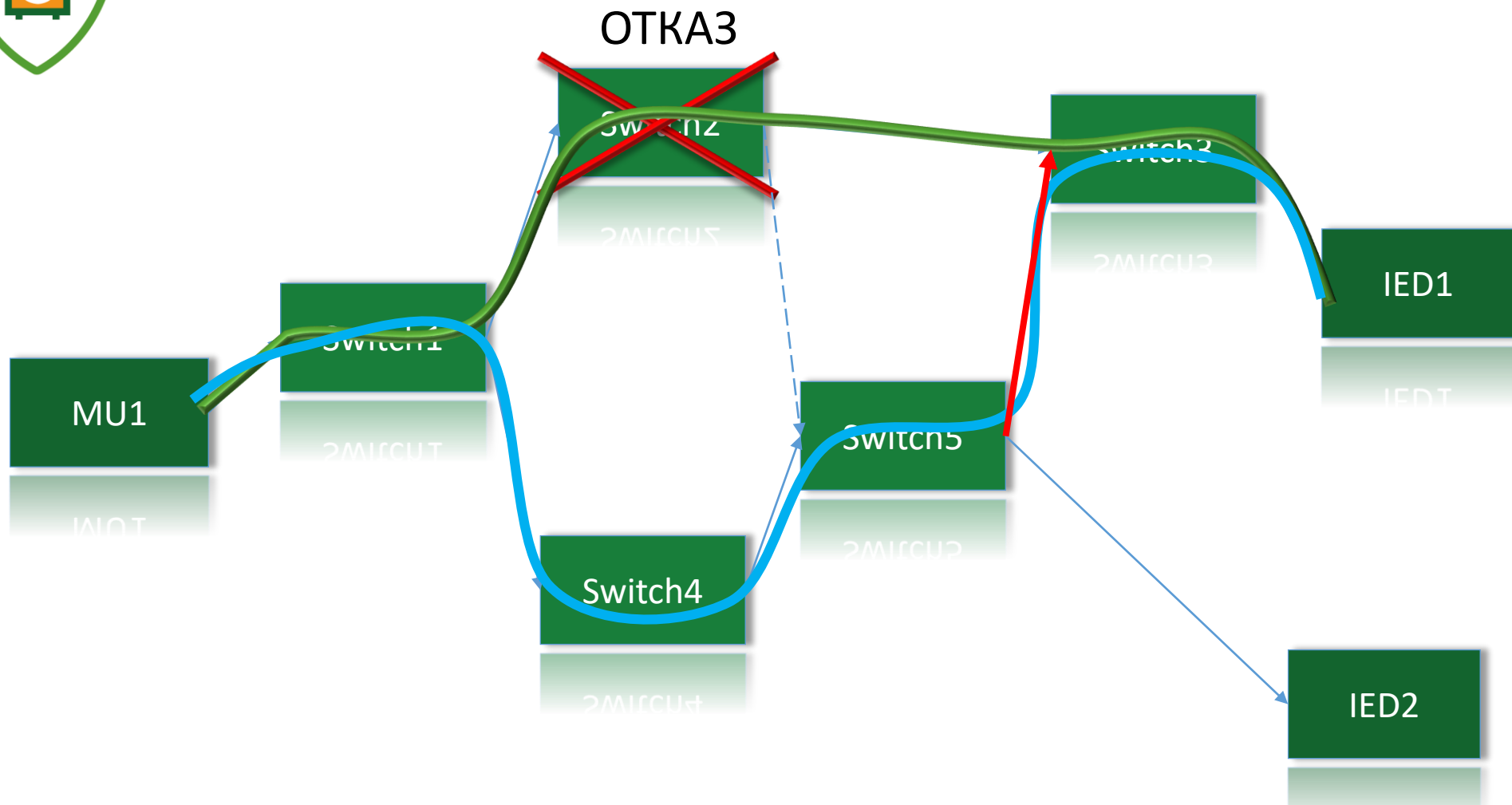
Недостаточность
методики диаграмм
надежности для расчета
показателей надежности
комплексов РЗА с гибкой
функциональной
архитектурой



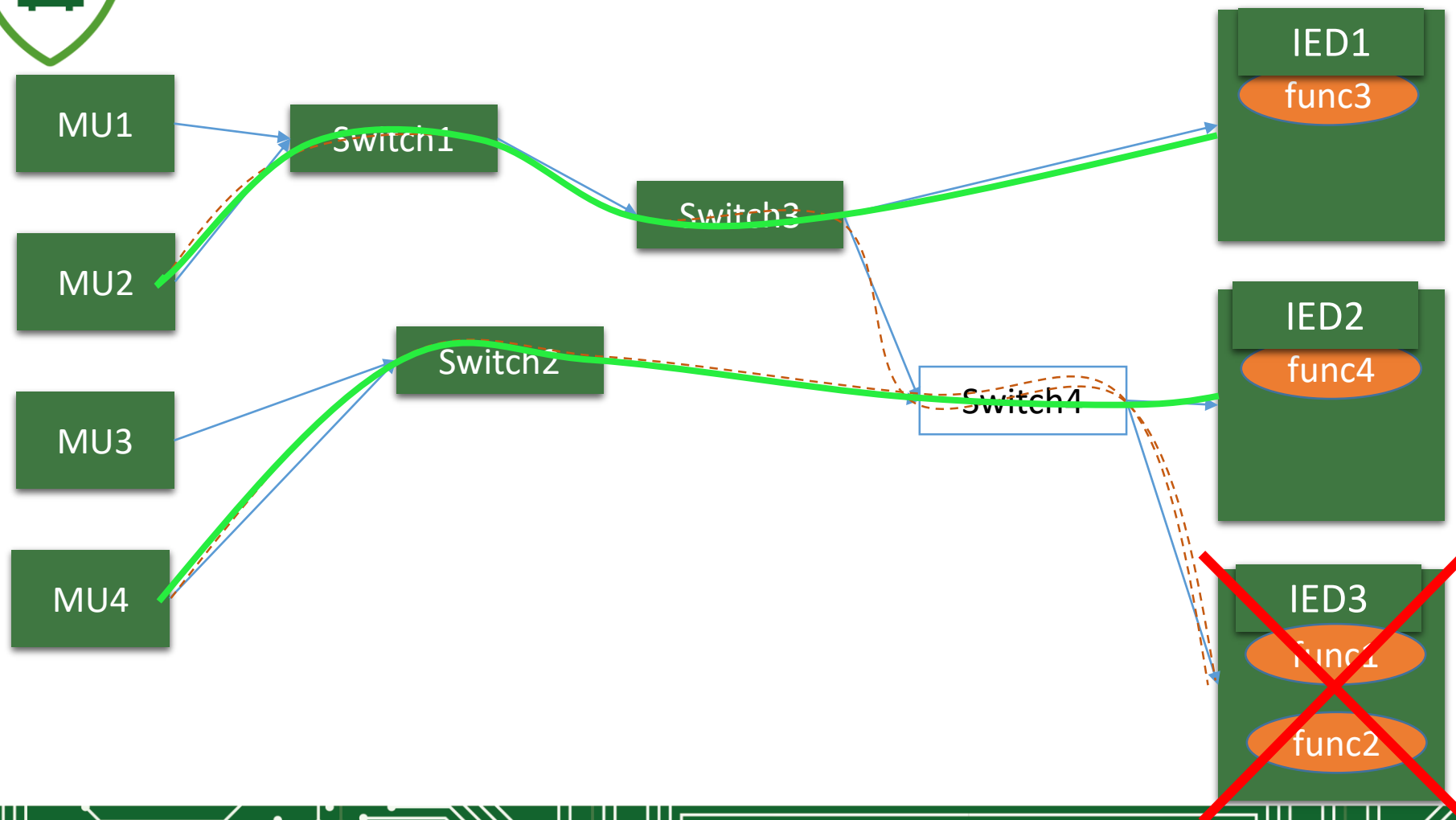
Необходимость автоматизации расчетов



Изменение активной топологии ЛВС



Недостаточность методики диаграмм надежности для
расчета показателей надежности комплексов РЗА с гибкой
функциональной архитектурой





Перечень традиционно
используемых показателей
надежности **НЕ** отражает
надежность комплекса РЗА в
целом



Новые интегральные критерии

1. $F_{\max}^k$ – максимальное количество отказавших функций при k-независимых отказах устройств.
2. Вероятность отказа определенного количества функций при k одновременных независимых отказов устройств (элементов)

$$P_k^{ff} = \sum_{j=1}^f P_i^{sc}$$

3. Математическое ожидание количества отказавших функций при k-независимых отказов оборудования

$$M_k^{ff} = \sum_{i=1}^m P_i^{sc} \cdot f n_i$$

4. Вероятность отказа t-функций, (t=1,...,max)

$$P_f^{tt} = \prod_i^{msc} P_i^{sct}$$

5. Коэффициент живучести (q_{al}) – вероятность сохранения всех функций в случае различных отказов.

$$q_{al} = \frac{\sum P^{f0}}{\sum P^{ff}}$$

6. Параметр потока обслуживания для каждого типа оборудования РЗА.

$$m_{tx} = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \lambda_{xj}}$$



Варианты реализации разработанной методики

1. Алгоритмическое моделирование
2. Симуляция информационных потоков в локальных вычислительных сетях
3. Применение мультиагентных систем



Применение мультиагентных систем

Мультиагентная система – это система, состоящая из двух и более агентов или интеллектуальных агентов.

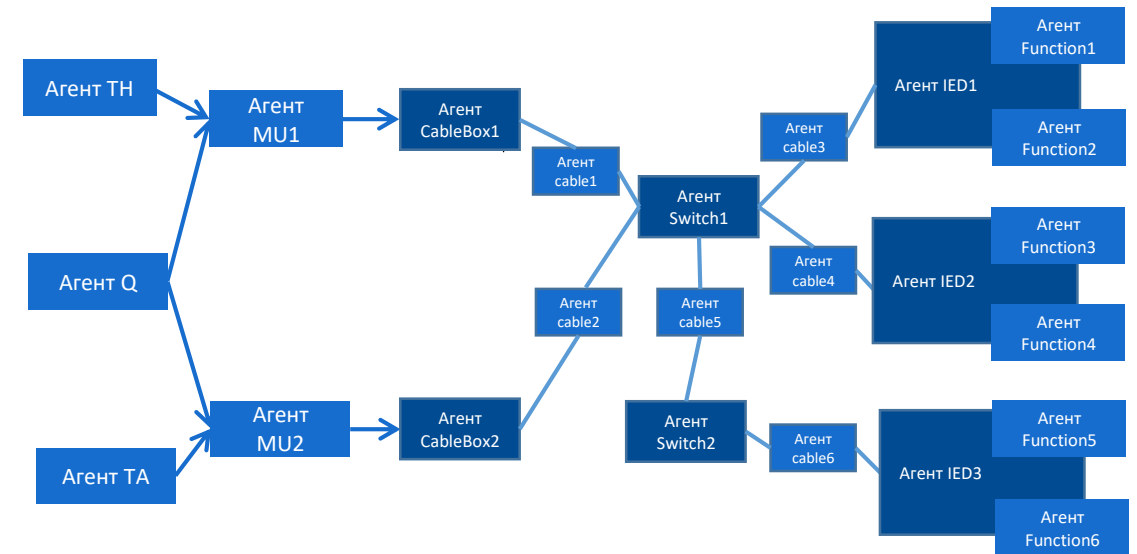
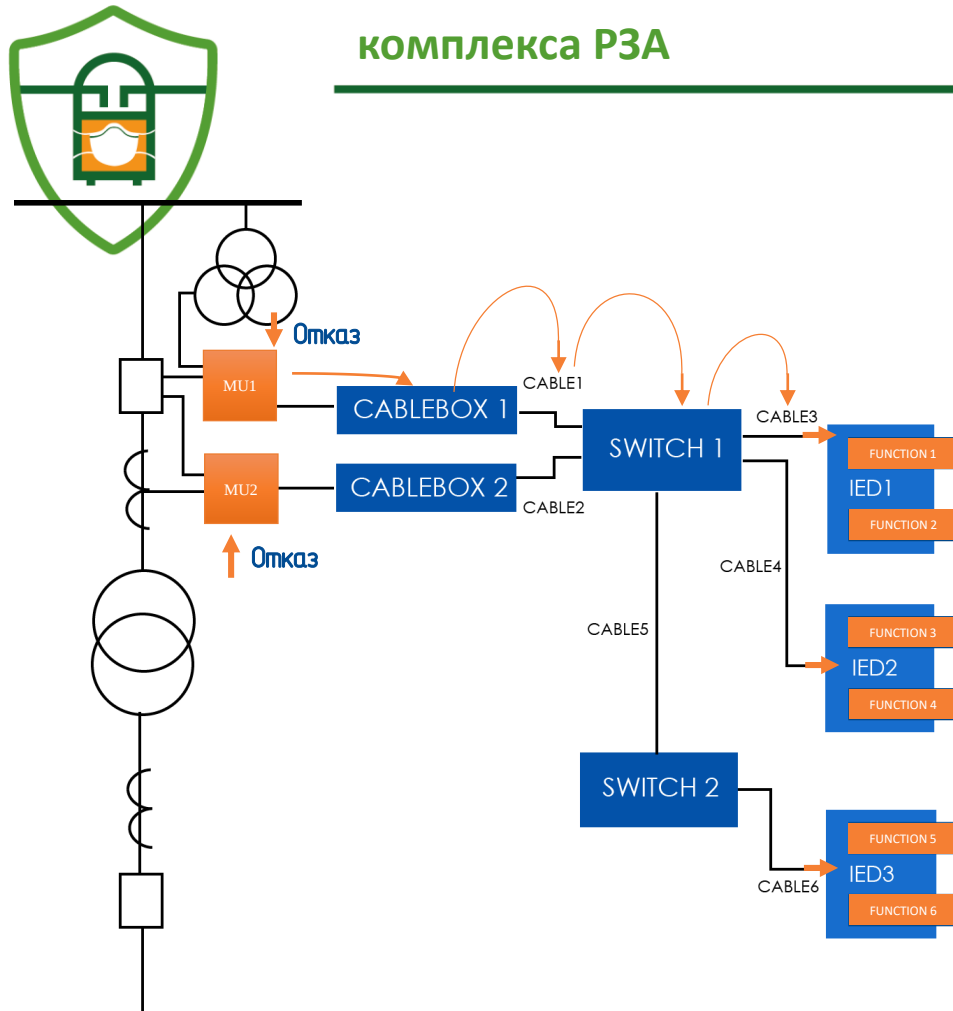
Моделируется не только работоспособность отдельного элемента, но и отказоустойчивость всего комплекса в целом

Моделируется работа протоколов резервирования ЛВС

Моделируются различные подходы к резервированию МП устройств РЗА

Добавление новых элементов/подходов не требует изменения алгоритмов

Расчет надежности на базе методики моделирования функционального состояния комплекса РЗА





Выводы

1. Для выбора оптимального варианта архитектуры РЗА ЦПС требуется оценивать не только капитальные и операционные затраты, но показатели надежности.
2. Традиционно применяемые показатели надежности не в полной мере отражают показатели надежности комплексов РЗА цифровых подстанций в целом;
3. Были предложены дополнительные интегральные критерии. Эти критерии характеризуют надежность комплекса релейной защиты и автоматики с учетом реализации функций автоматической реконфигурации комплекса РЗА при отказах отдельных элементов;
4. Разработана новая методика для автоматизированного расчета показателей надежности, включая интегральные показатели надежности, на основе применения мультиагентной системы для моделирования функционального состояния.



Выводы

5. Разработанная методика позволяет использовать для расчета ПН проектную документацию на комплекс РЗА ЦПС без необходимости разработки дополнительных схем и/или диаграмм.
6. Применение МАС позволяет эффективно реализовать расчет интегральных ПН комплекса РЗА с возможностью исключения сценариев с низкой вероятностью из моделирования для ускорения процесса расчета при обеспечении требуемой точности.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!
