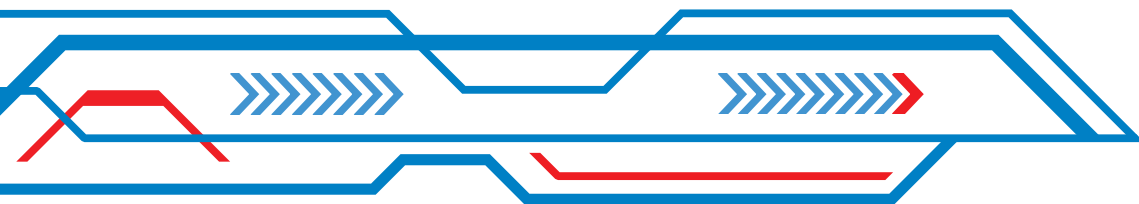


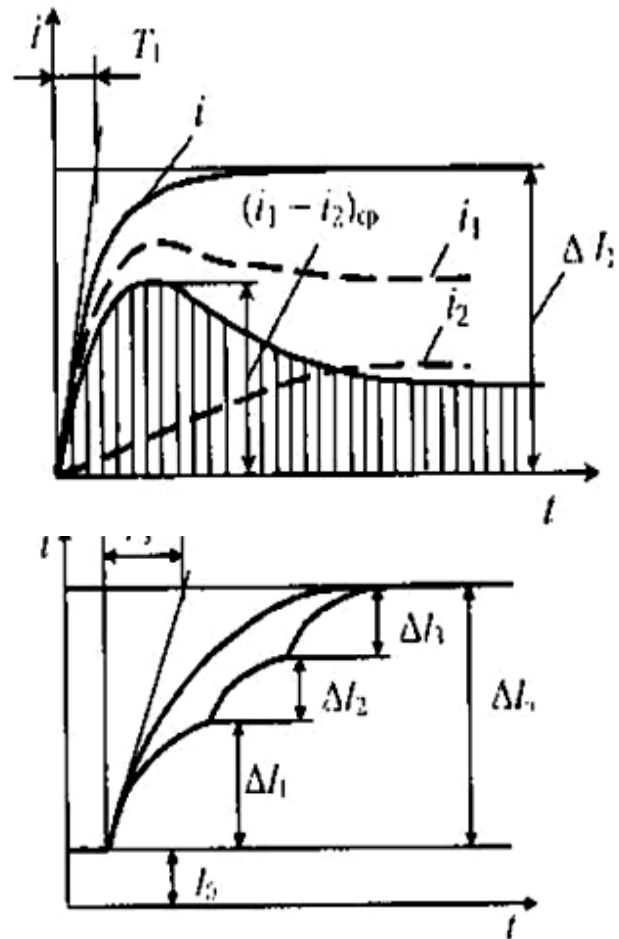


**Разработка  
и исследование  
системы диагностики  
и защиты тяговой сети**

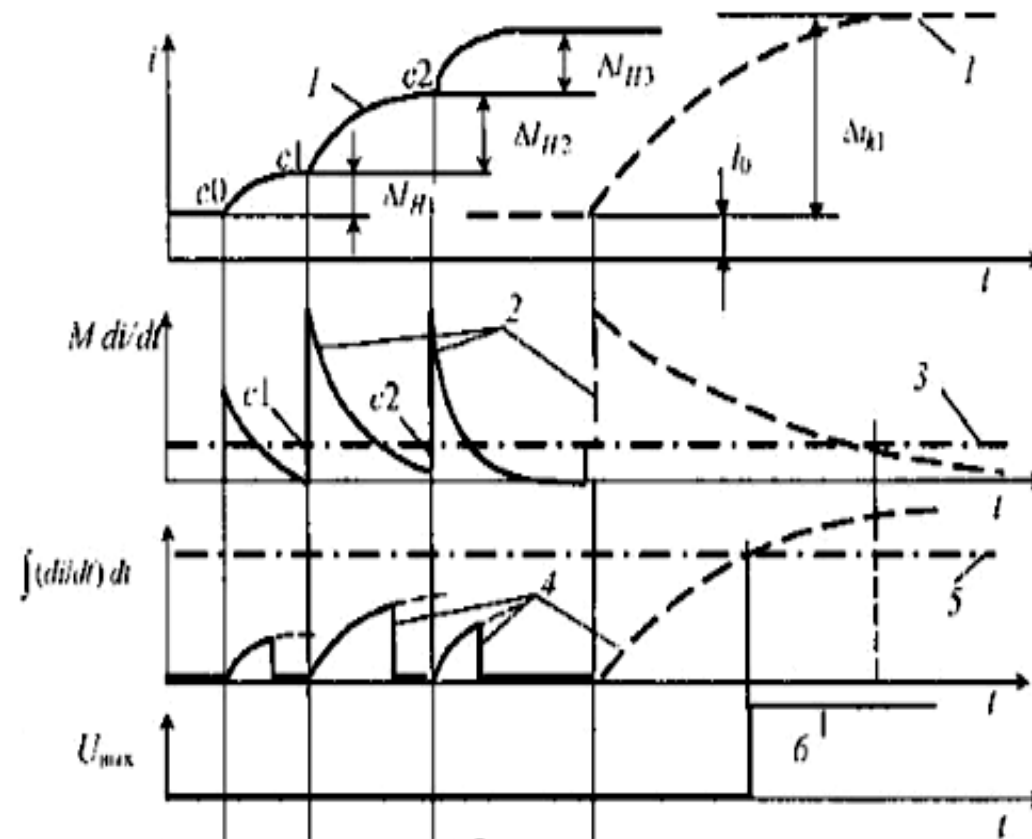


# Токовые защиты

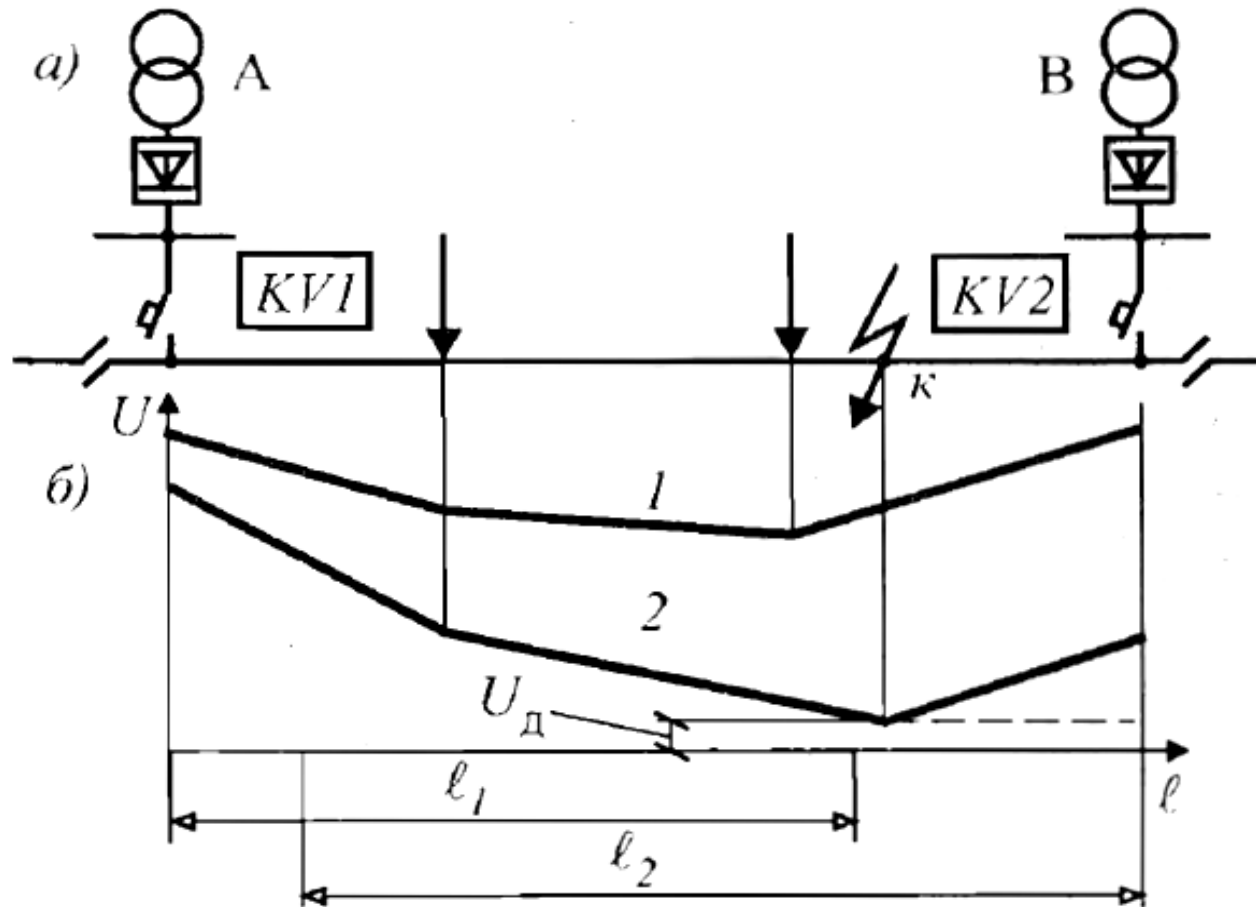
Токово-импульсная защита



Защита по длительности нарастания тока

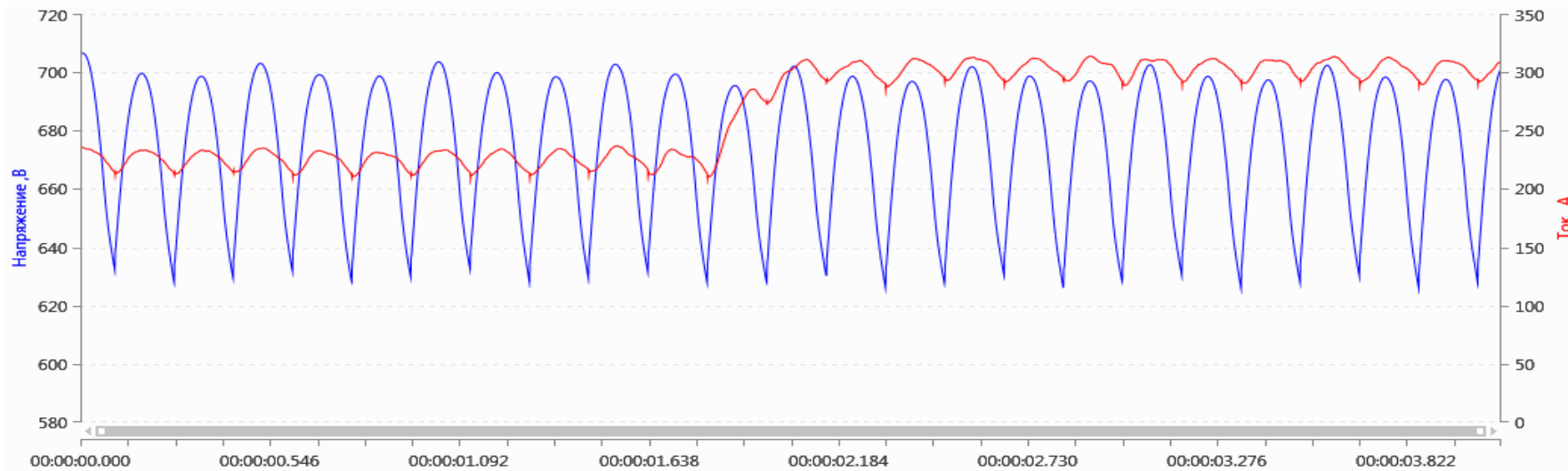
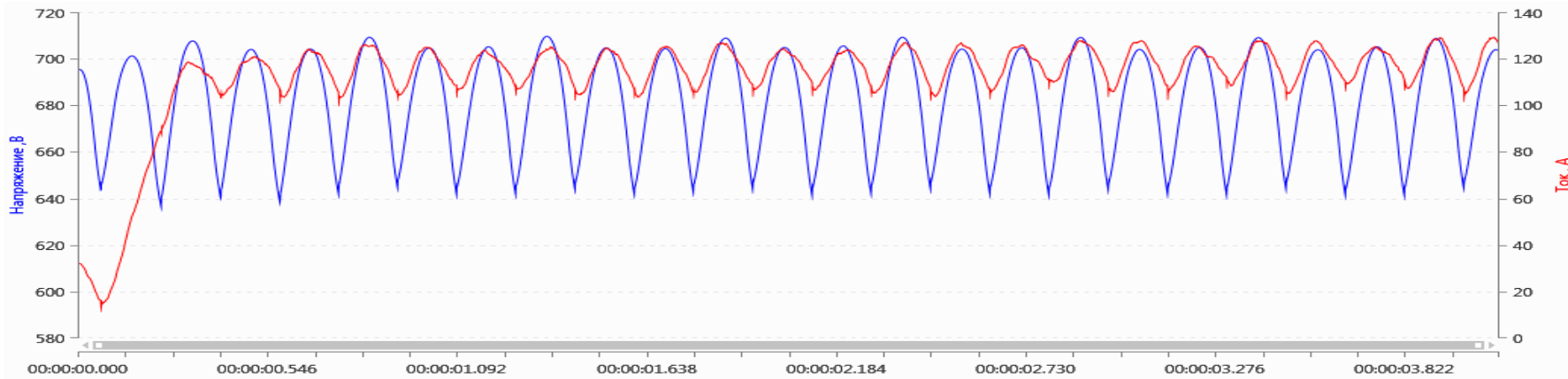


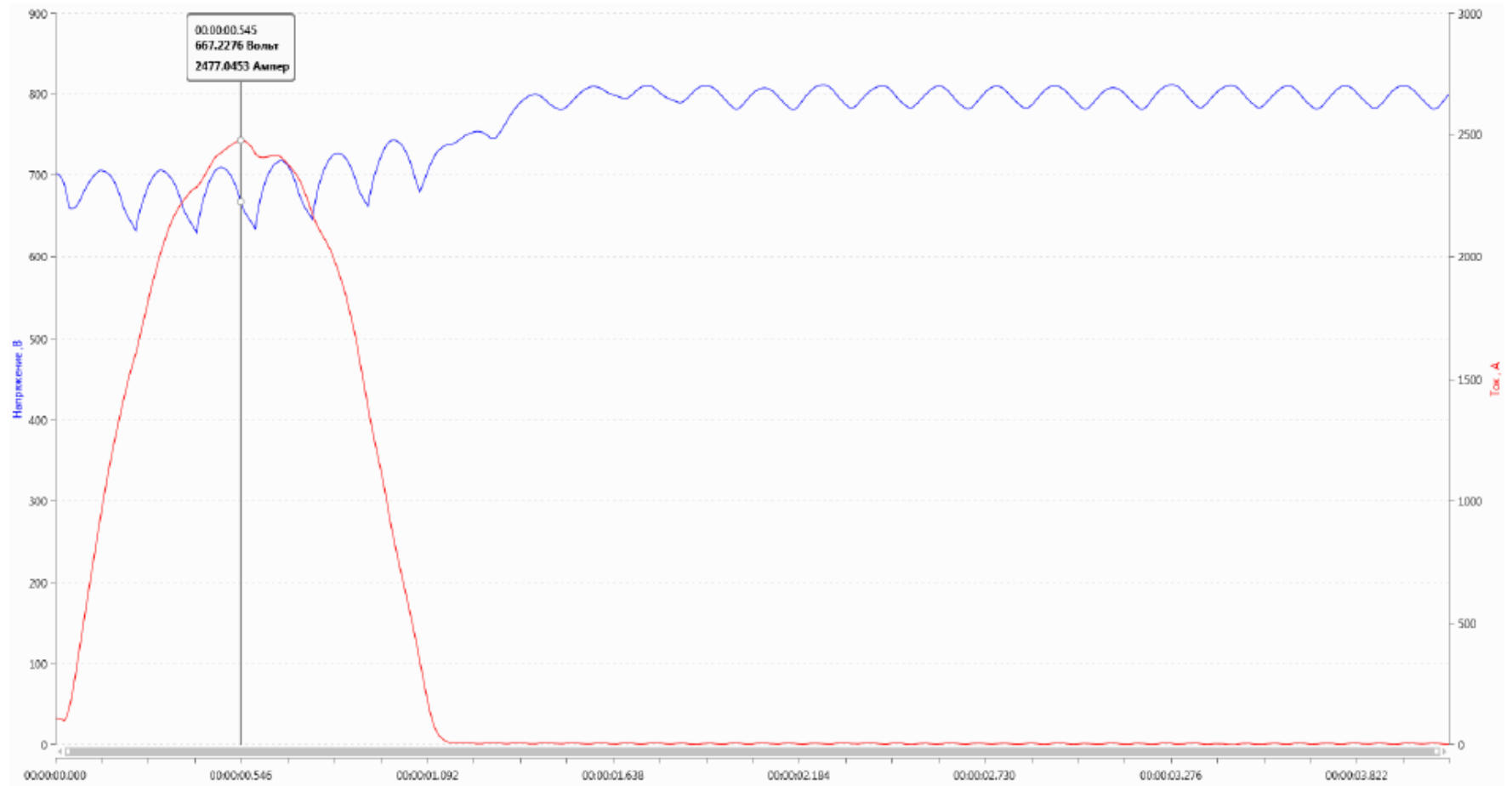
# Защиты минимального напряжения

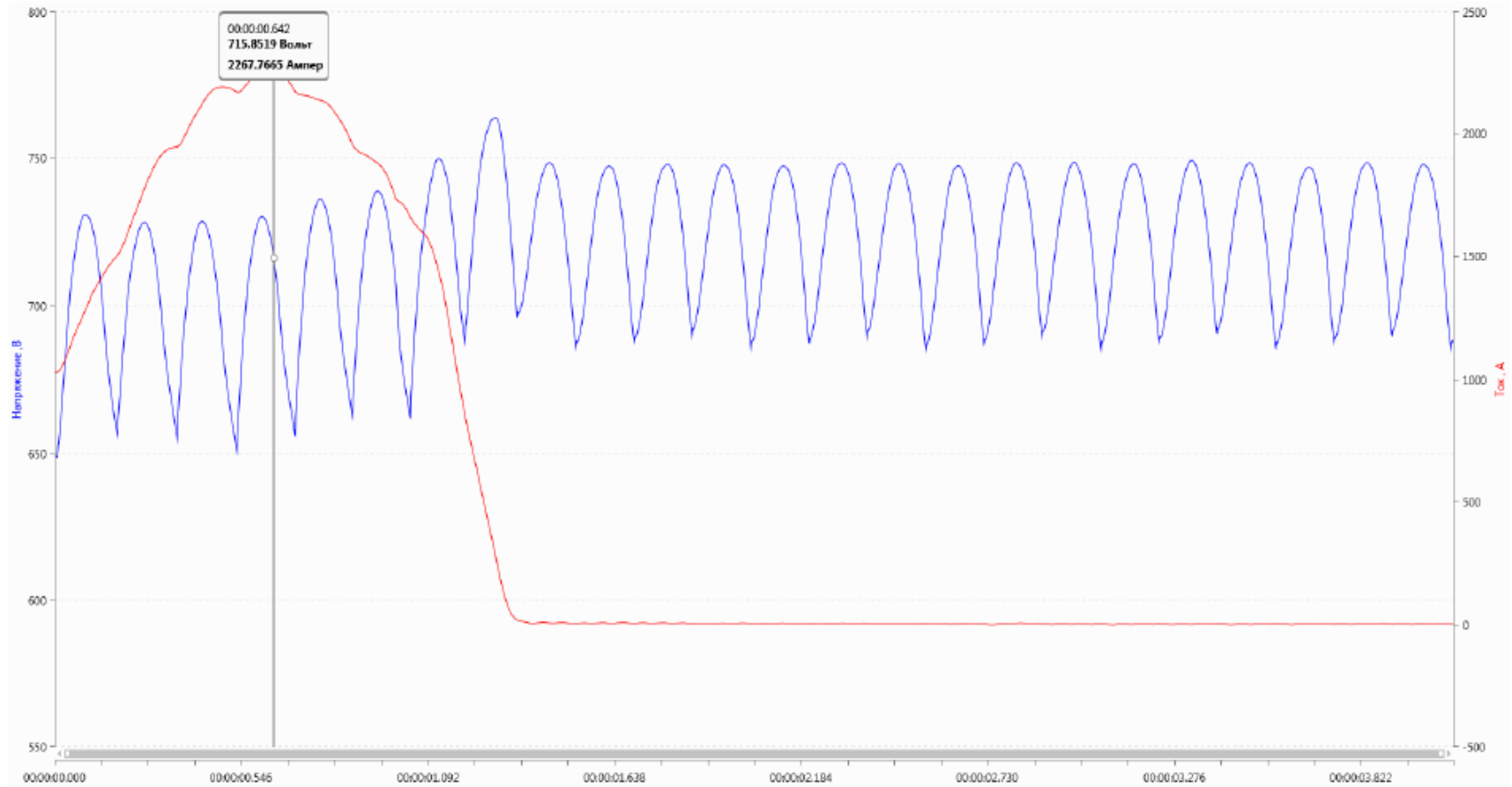




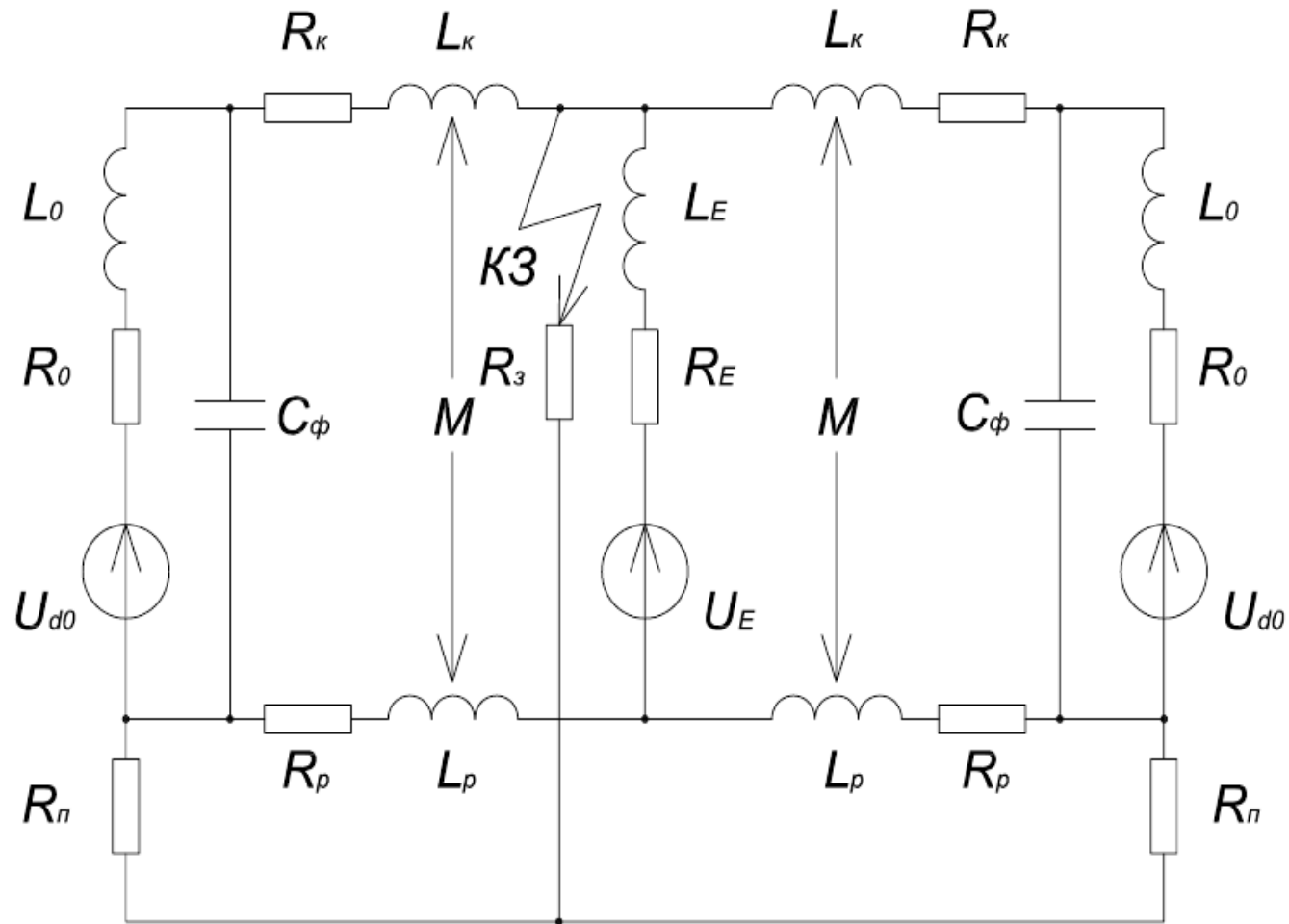
# Осциллограммы токов на питающем фидере троллейбусной тяговой подстанции в г.Химки



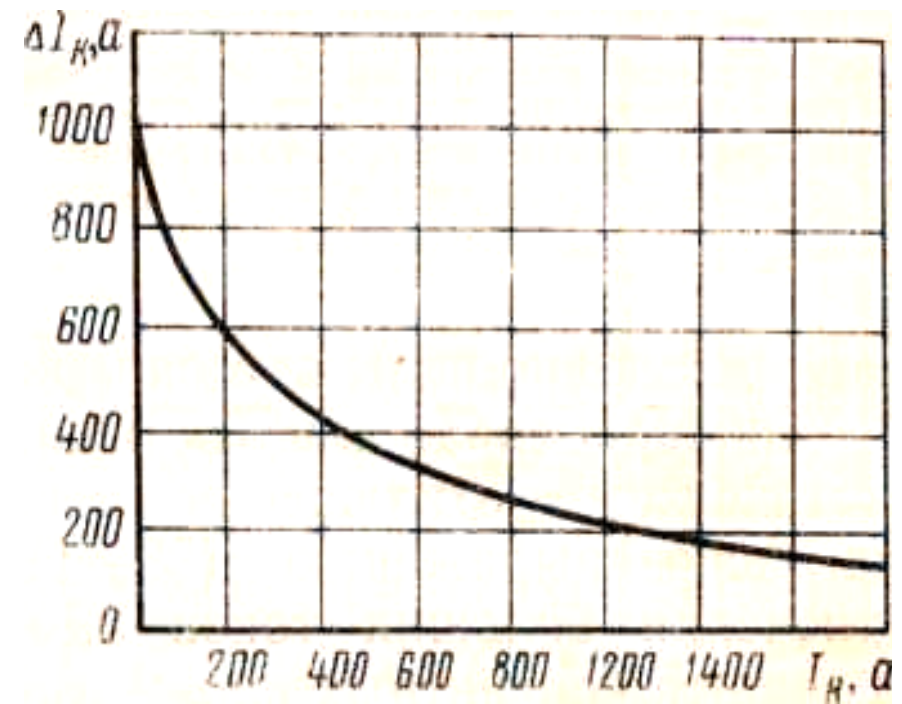
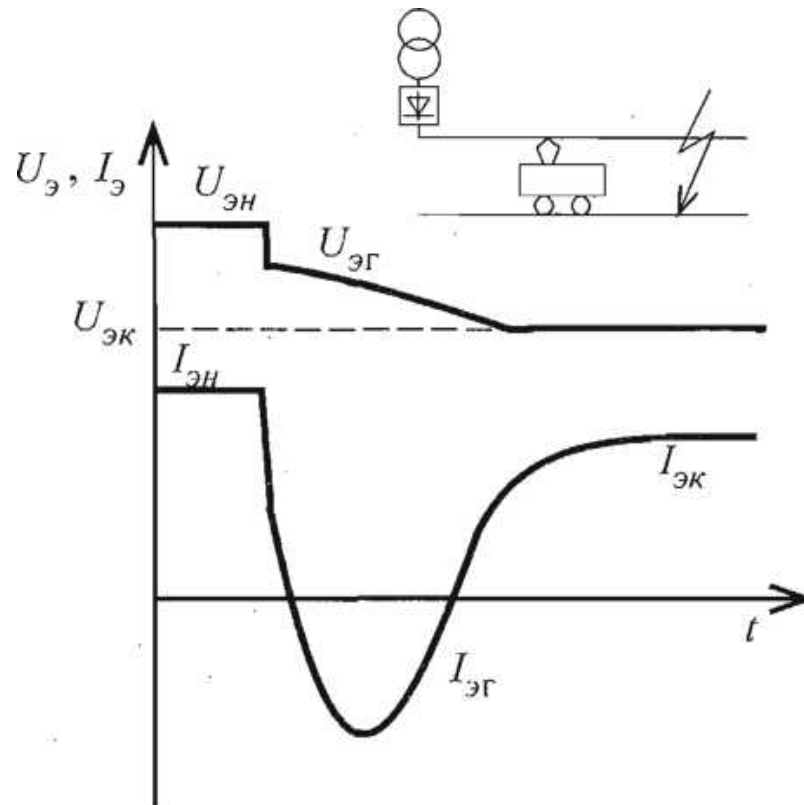




# Схема замещения тяговой сети



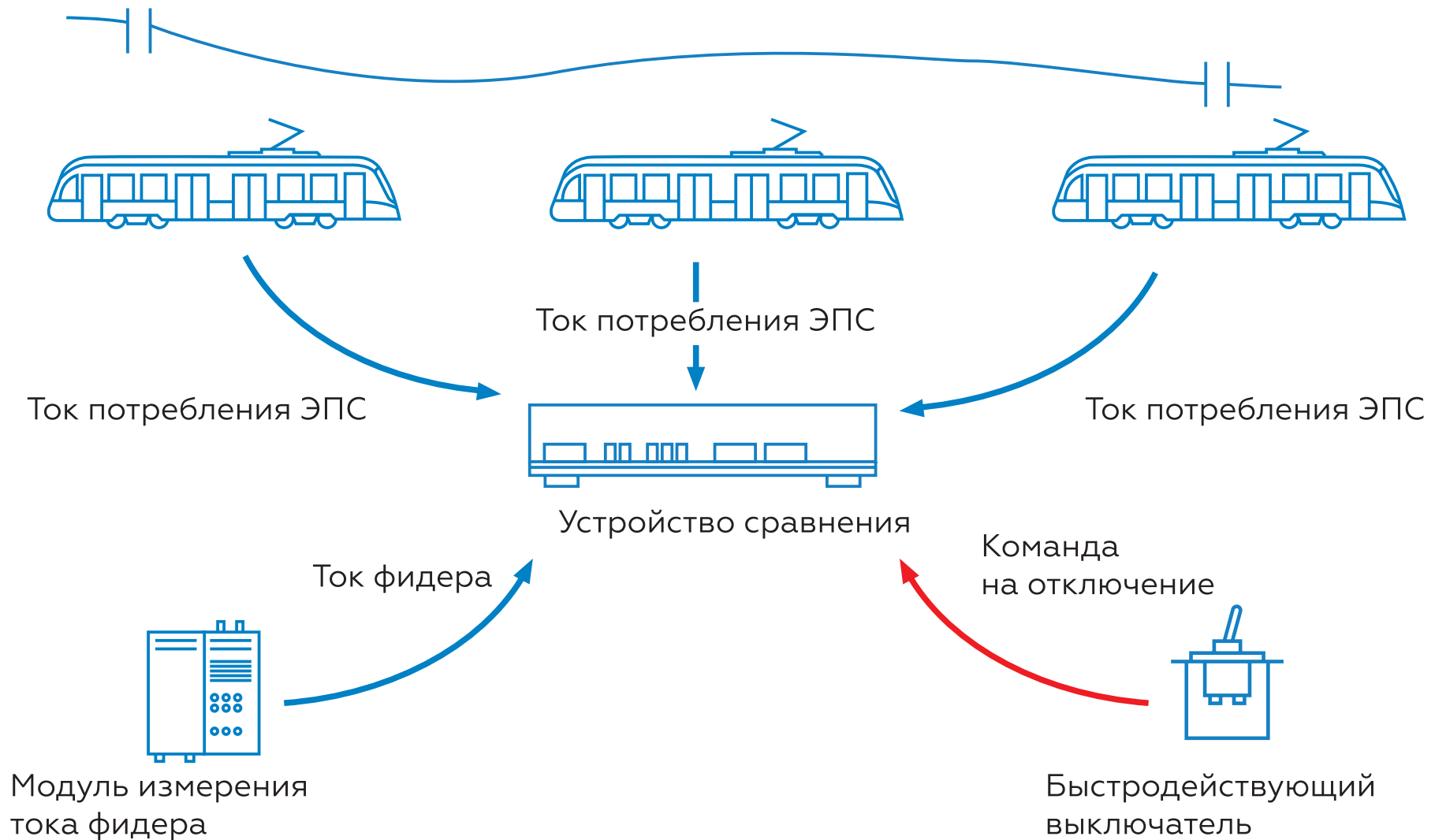
# Влияние подвижного состава на величину тока короткого замыкания



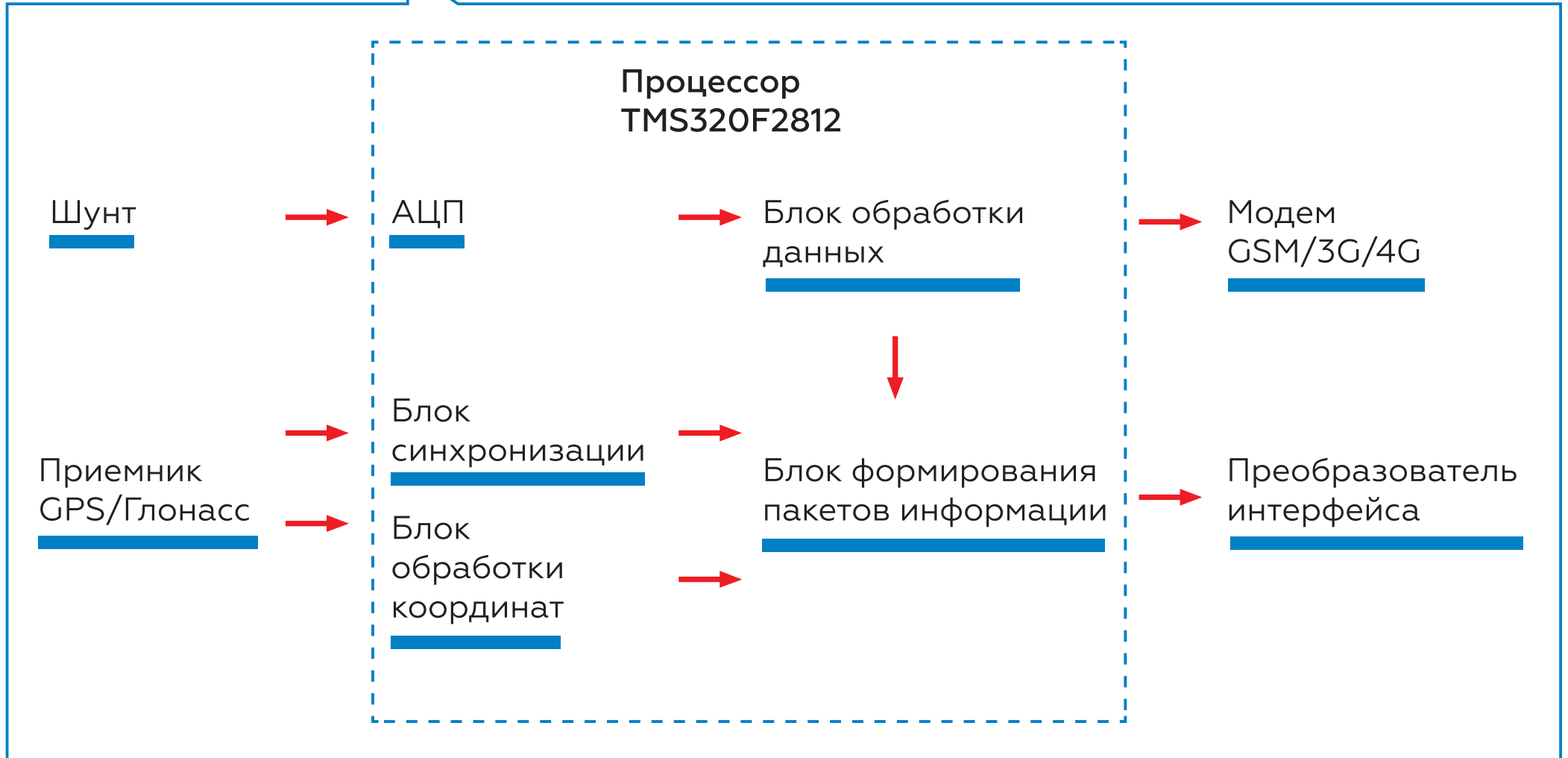
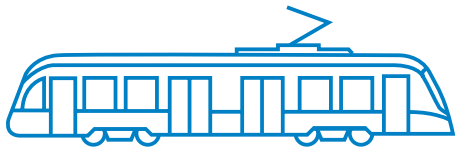




# Система дифференциальной токовой защиты

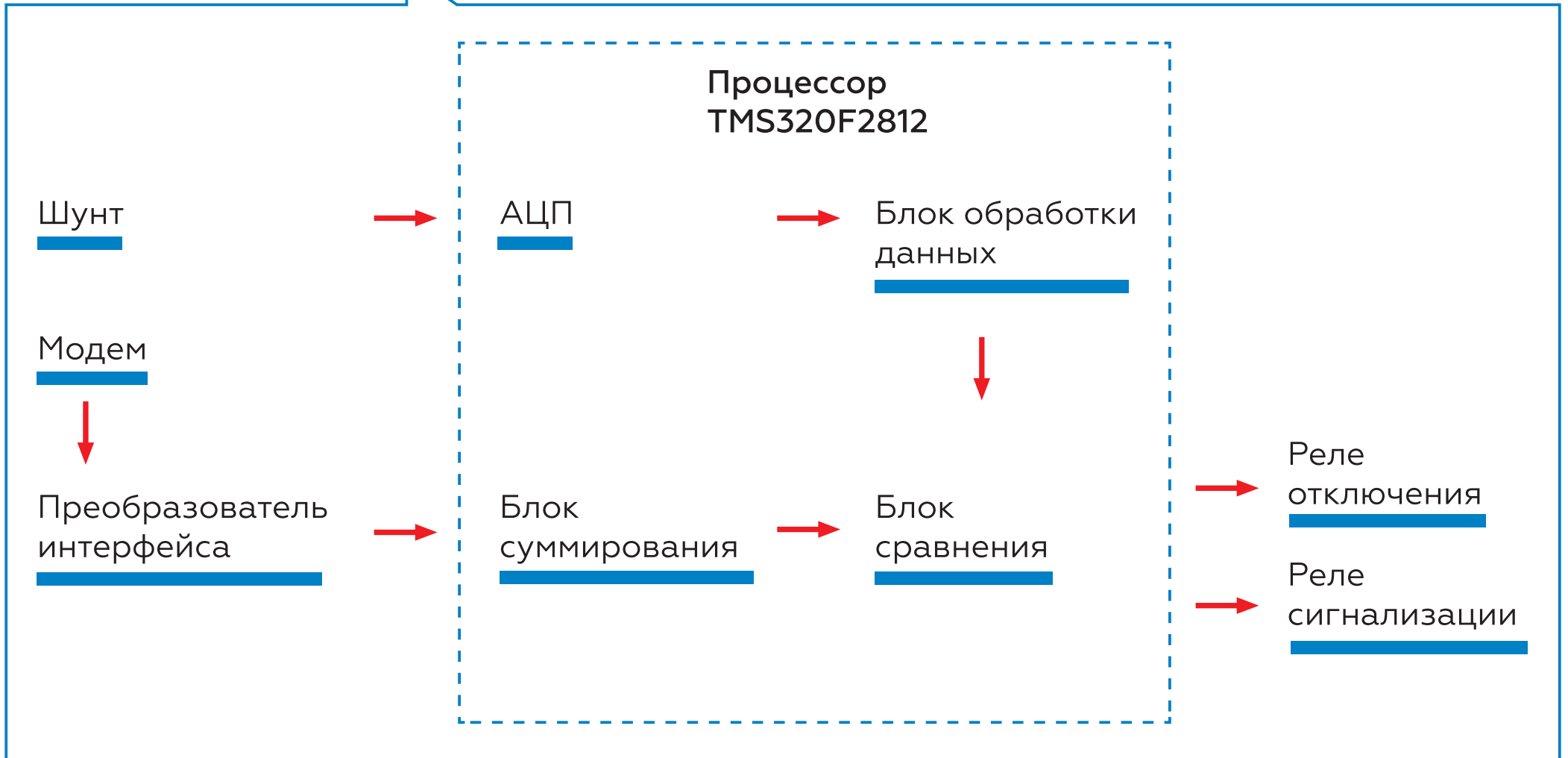
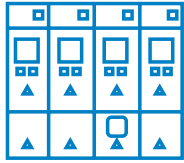


# Функциональная схема бортового модуля

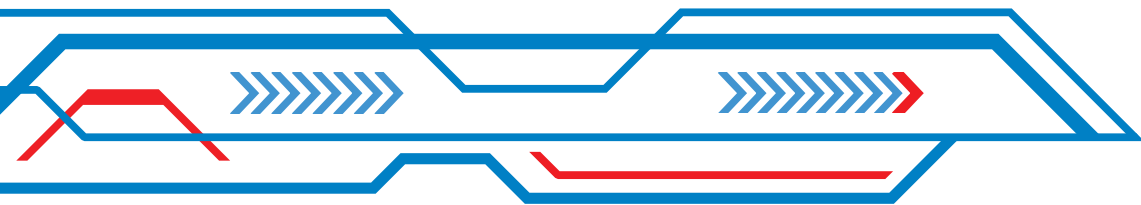




# Функциональная схема фидерного модуля



# Опыт эксплуатации устройства защиты тяговой сети УЗТС



# Проблематика вопроса защиты тяговых сетей электрического транспорта

Удаленные короткие замыкания



Повреждение контактной сети



Возгорание подвижного состава



Остановка движения



Значительные затраты на восстановление, убытки из-за простоя подвижного состава



Угроза человеческой жизни



# Задачи по реализации защит от удаленных КЗ и наши решения

Обеспечение высокого уровня надежности и чувствительности защиты



Использование современной элементной базы и технологий

Учет большого количества факторов, влияющих на динамику переходных процессов при КЗ

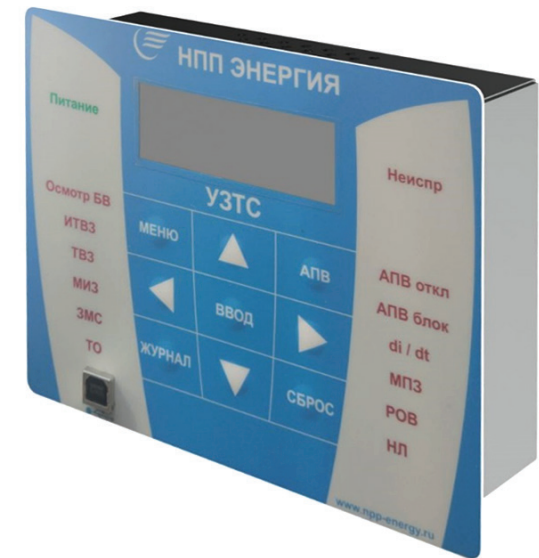


Разработка адаптивных алгоритмов работы защит

Минимизация количества ложных срабатываний



Использование при разработке результатов исследований и собранных статистических данных



# Реализуемые функции

- 1 Защита тяговой сети от аварийных режимов
- 2 Ведение аварийного журнала с записью осциллограмм тока и напряжения в аварийных режимах
- 3 Запись кривой потребляемого тока в течение года
- 4 Отображение текущих измеряемых величин
- 5 Управление быстродействующим выключателем, реализация автоматического повторного включения
- 6 Мониторинг состояния выключателя
- 7 Ведение журнала событий
- 8 Счетчик электроэнергии
- 9 Обмен данными с другими устройствами и системой верхнего уровня
- 10 Управление испытателем коротких замыканий (опция)





# Ключевые преимущества



Широкий набор алгоритмов защиты с конфигурируемым набором контролируемых параметров и автоматической настройкой уставок срабатывания защит от малых токов КЗ



Высокая частота дискретизации (50 кГц) и широкий диапазон (от  $-1/\text{ном}$  до  $+15/\text{ном}$ ) измеряемых токов



Большой объем энергонезависимой памяти с записью до 1000 аварийных событий с соответствующими осциллограммами тока и напряжения и графика потребляемого тока на протяжении 1 года



Широкий набор интерфейсов связи: USB, RS485, Ethernet, Wi-Fi; возможность объединения в сеть и организации удаленного доступа



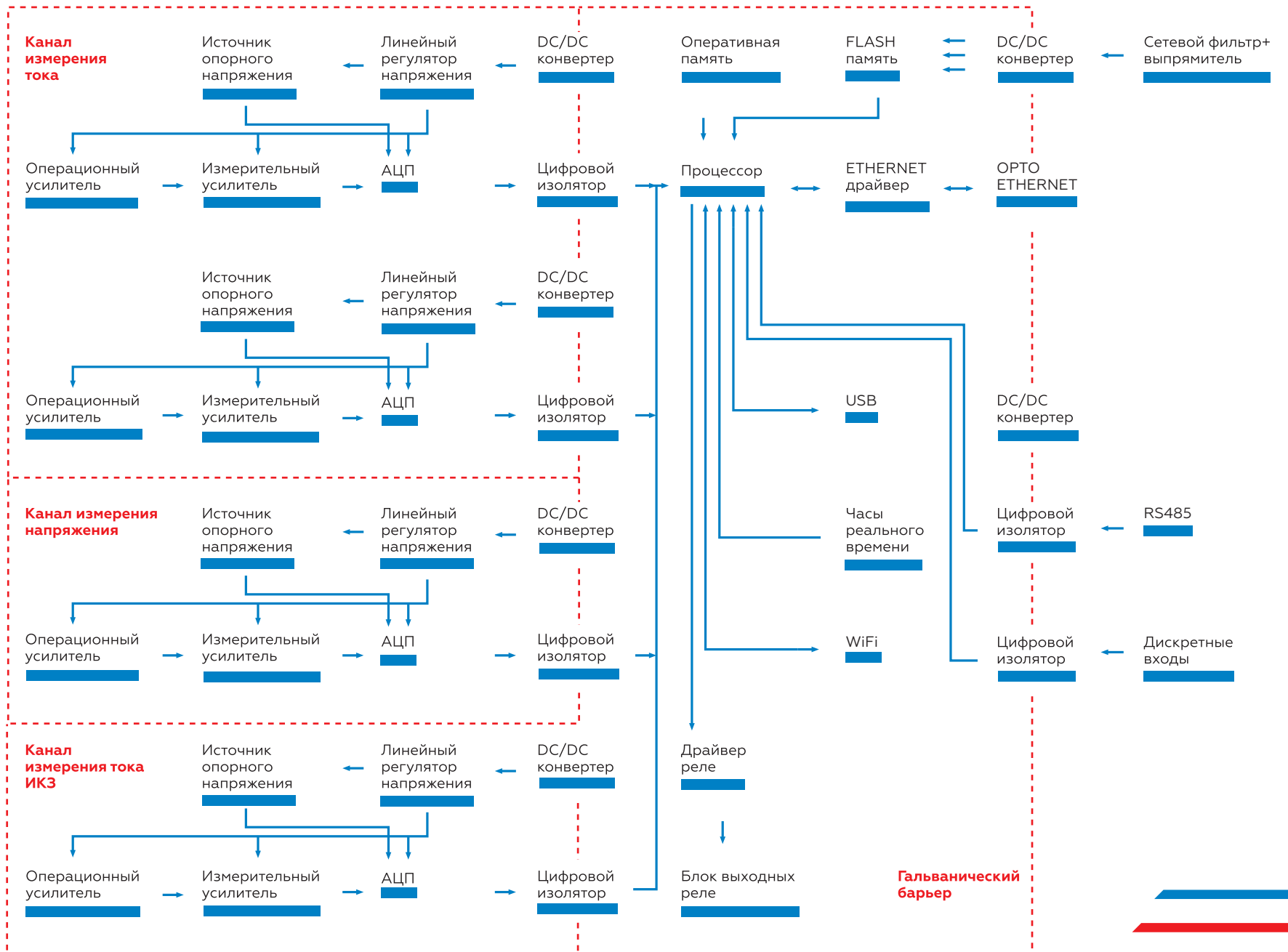
Высокий уровень гальванической развязки (более 5 кВ)



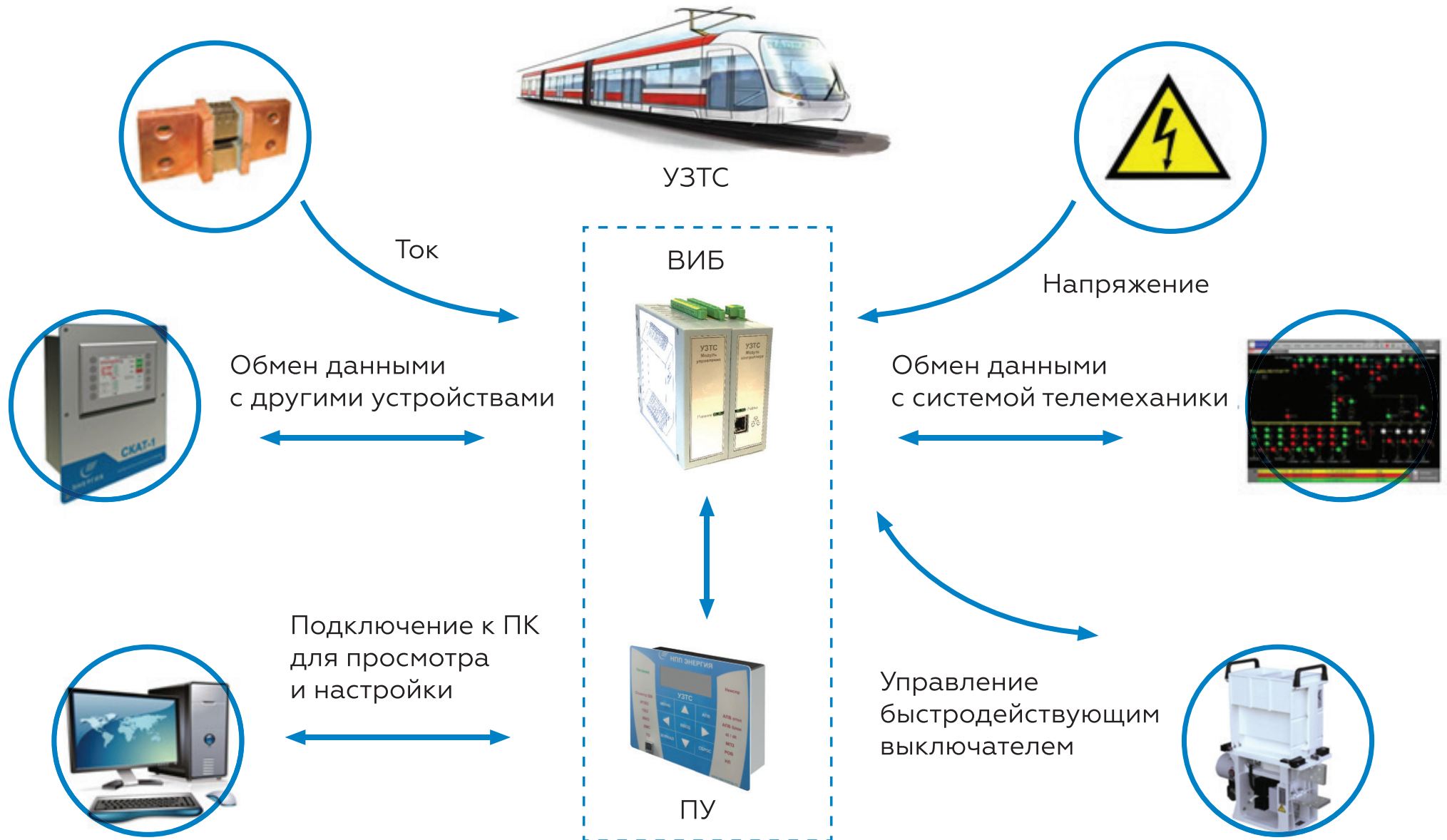


# Структурная схема устройства

Структурная  
схема ВИБ



# Конфигурация системы и интерфейсы связи





# Защиты

Токовая отсечка (ТО)

— Защита от КЗ

Трехступенчатая токовременная защита (ТВЗ)

Интегральная токовременная защита (ИТВЗ)

«Медленные» защиты от удаленных КЗ и перегрузок

Двухступенчатая защита по скорости нарастания тока за время нарастания

Защита по минимальному сопротивлению (ЗМС)

Адаптивная Максимально-импульсная защита (МИЗ)

Многопараметрическая защита (МПЗ)

«Быстрые» защиты от удаленных КЗ

Резервирование отключения выключателя (РОВ)

— Резервная защита



# Опыт эксплуатации

- Более года эксплуатации на «проблемном» фидере действующей троллейбусной тяговой подстанции
- Многочисленные испытания в режиме искусственного удаленного короткого замыкания
- Доработка алгоритмов, программного обеспечения, устранение выявленных ошибок

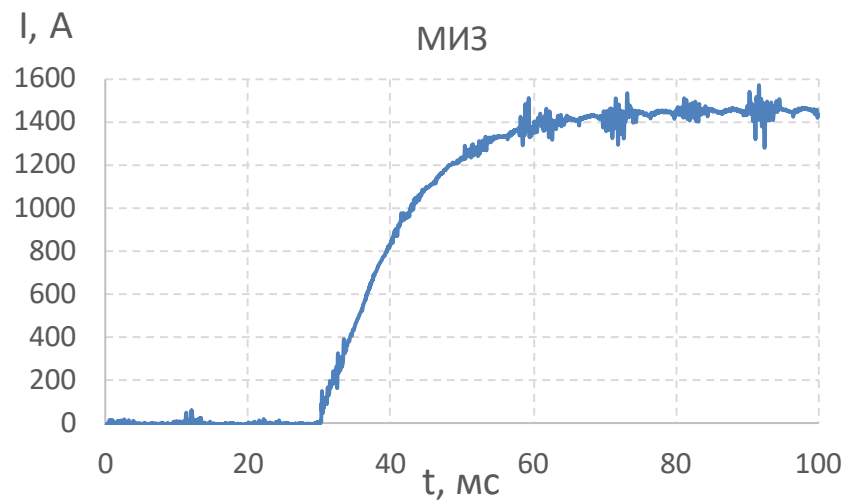
ИТОГ: Обеспечение защиты участка от удаленных КЗ



# Опыт эксплуатации



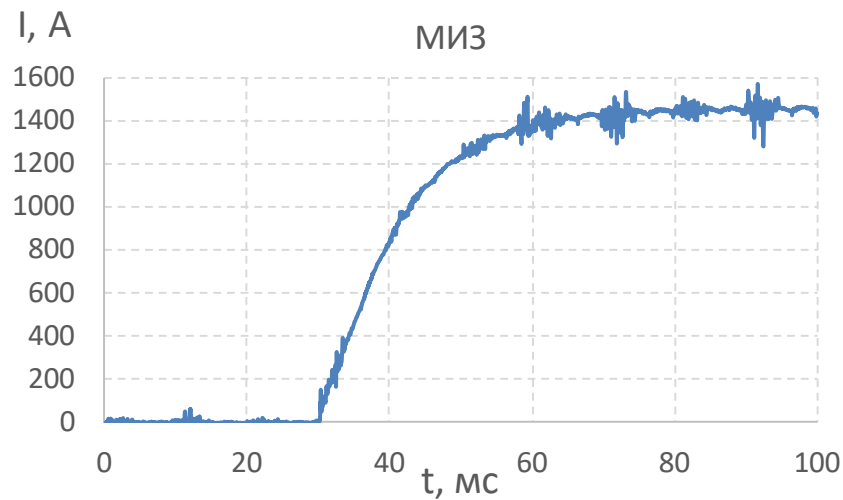
→ Срабатывание токовой отсечки при коротком замыкании на линии



# Опыт эксплуатации



→ Срабатывание максимально-импульсной защиты при удаленном коротком замыкании на линии

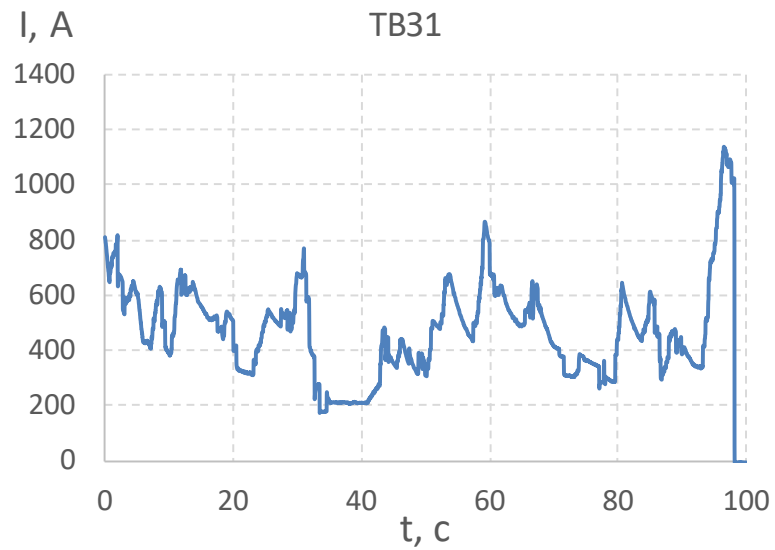




# Опыт эксплуатации



→ Срабатывание 1-й ступени ТВЗ в режиме перегрузки





# Программная среда

The screenshots illustrate the software's capabilities in monitoring and managing power systems. The top-left window shows a 'Журнал аварий' (Incident Log) table with columns for date, type of protection, and status. The top-right window displays two line graphs: 'Ток А' (Current A) and 'Напряжение В' (Voltage B) over time, with a sidebar of real-time parameters like current and power. The middle-left window shows a 'Подстанции' (Substations) table with columns for date, type of protection, and status. The middle-right window shows another set of line graphs for 'Ток А' and 'Напряжение В' with a different parameter sidebar. The bottom-left window is a 'Настройки' (Settings) dialog for 'Подключение' (Connection), with sections for 'Входные сигналы' (Input signals) and 'Выходные сигналы' (Output signals). The bottom-right window shows a 'Журнал событий' (Event Log) table with columns for date, event type, and numerical values.





# Патент на изобретение



**Спасибо за внимание!**

