

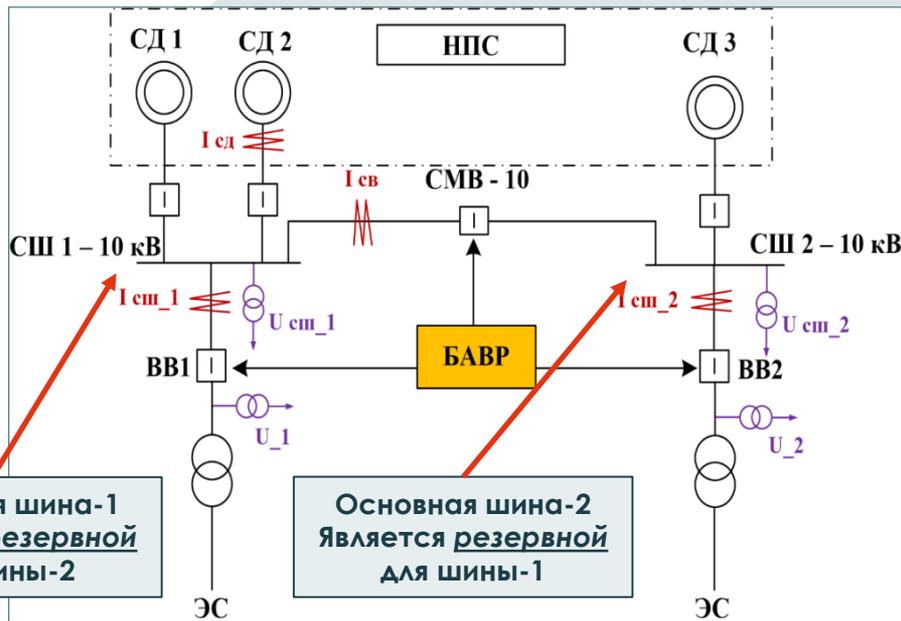
Испытания промышленных образцов устройств быстродействующего автоматического ввода резерва (БАВР) для нефтеперекачивающих станций на RTDS. Разработка тестовой схемы для испытаний устройств БАВР на RTDS

Докладчик:

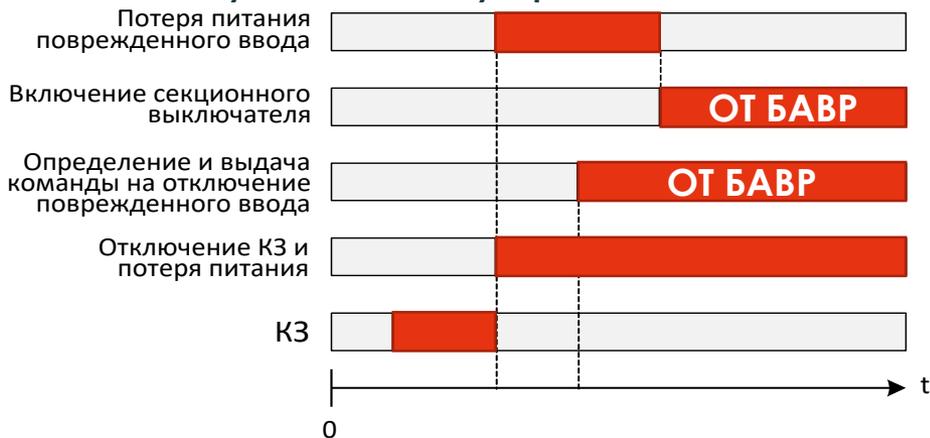
Сульчакова А.Ю.
Младший научный сотрудник отдела электроэнергетических систем
АО «НТЦ ЕЭС Противоаварийное управление»

Санкт-Петербург 2020





Пример подстанции с синхронными двигателями, двумя вводами и устройством БАВР



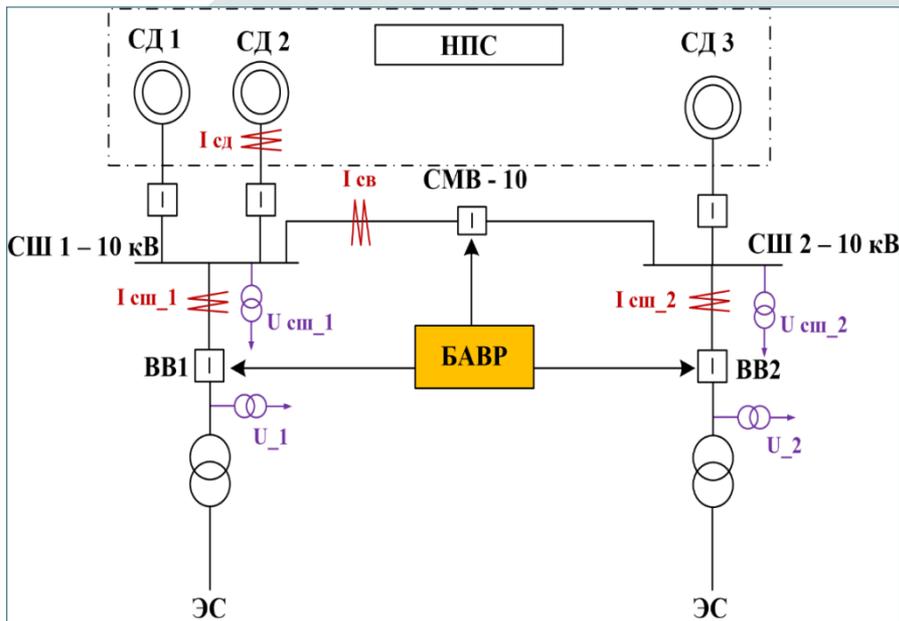
Пример временной диаграммы с корректной работой БАВР

Действие устройства БАВР необходимо при обесточивании одного из вводов:

- Возникновение короткого замыкания;
- Отключение короткого замыкания работой релейной защиты – потеря питания по одному из вводов (данный ввод называется **поврежденным**);
- Обесточивание системы шин сопровождается процессом выбега синхронных и асинхронных двигателей.

Работа устройства БАВР:

- Определение поврежденного ввода;
- Отключение вводного выключателя поврежденного ввода;
- Синхронное включение секционного выключателя – перевод потребителей поврежденного ввода на питания от «здоровой» секции шин (**резервной**).

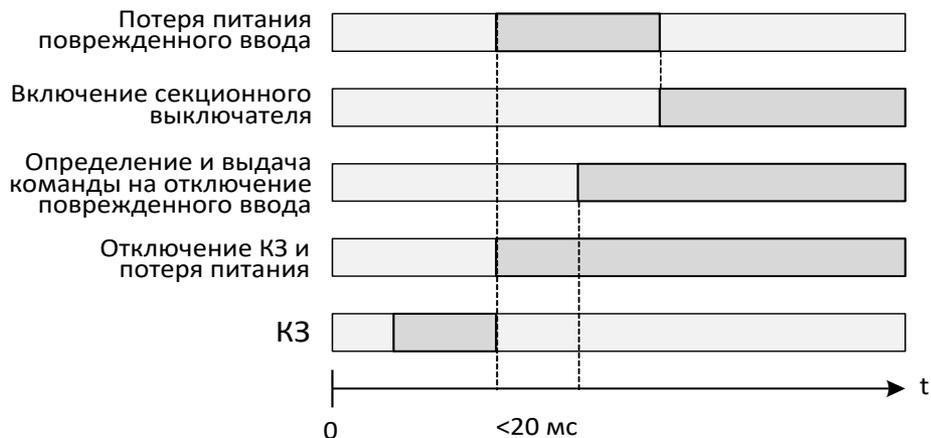


В процессе опытной эксплуатации устройств БАВР, установленных на многих объектах электроэнергетики, были выявлены случаи некорректной работы.

Переключение на резервные шины (момент включения секционного выключателя) при технологических нарушениях в схеме внешнего электроснабжения должно происходить при выполнении следующих условий:

- напряжение на поврежденной секции шин достигает заданной уставки;
- напряжение на резервных шинах не опускается ниже 0.85 от номинального значения;
- угол между векторами напряжений последовательности поврежденной и резервной секций шин не превосходит 30 градусов;
- время срабатывания пускового устройства БАВР (от момента времени потери питания до выдачи сигнала на отключение выключателя) не превосходит 20 мс.

Правильная работа БАВР:



Пример реального маломощного оборудования, из которого состоит физическая модель требуемой энергосистемы (генераторы)



Зал управления, из которого происходит управление оборудованием



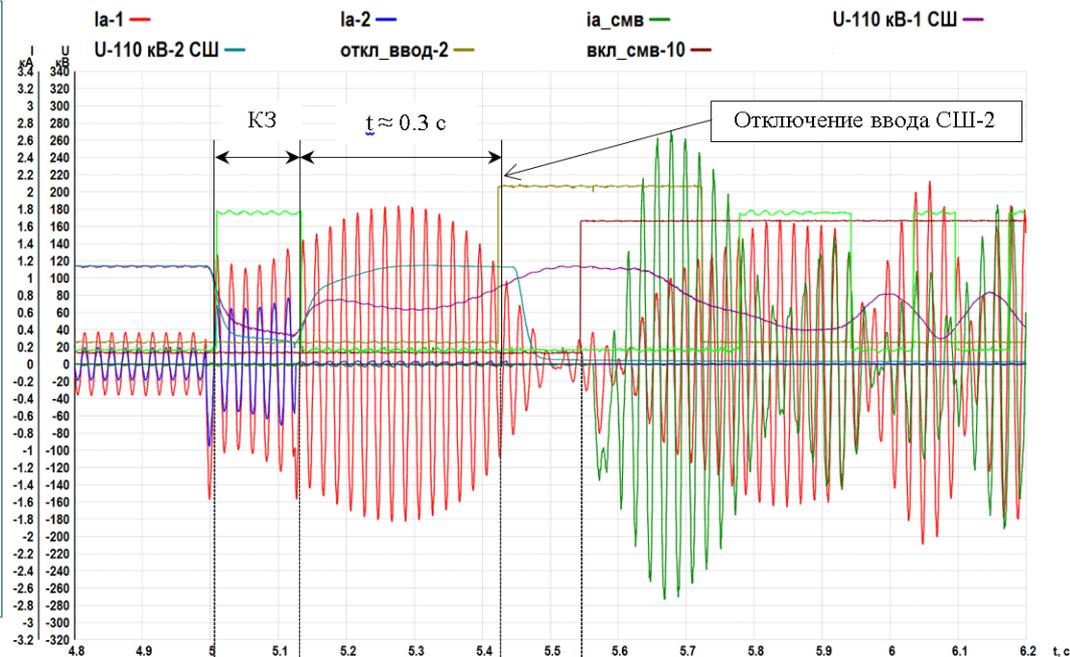
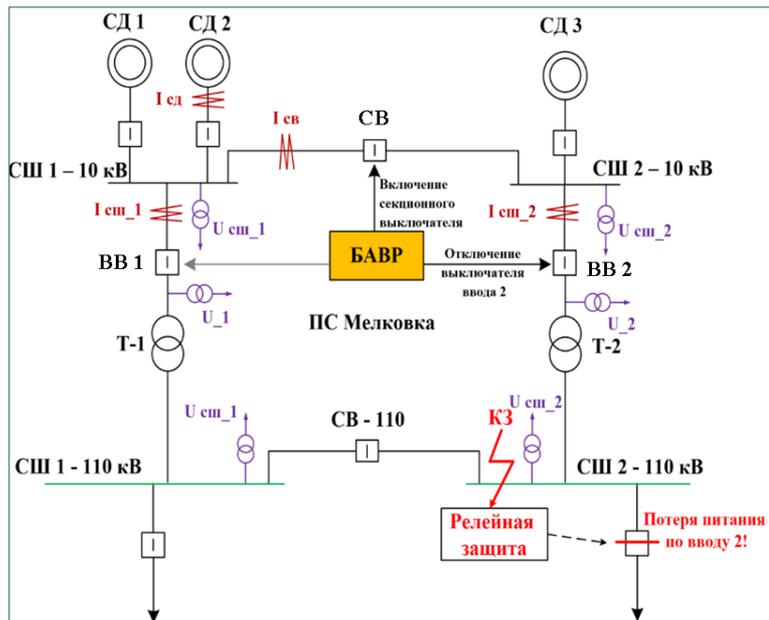
2017 год

Первые испытания выбранной производителями настройки устройств БАР с использованием Цифро-аналого-физического комплекса (ЦАФК) и подготовленной на нем физической модели наиболее аварийной из реальных НПС.

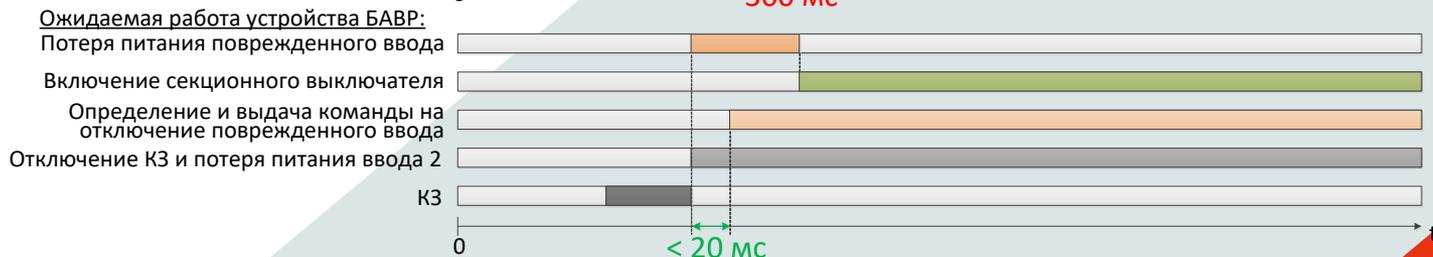
Физическая модель включает в себя реальное маломощное оборудование.



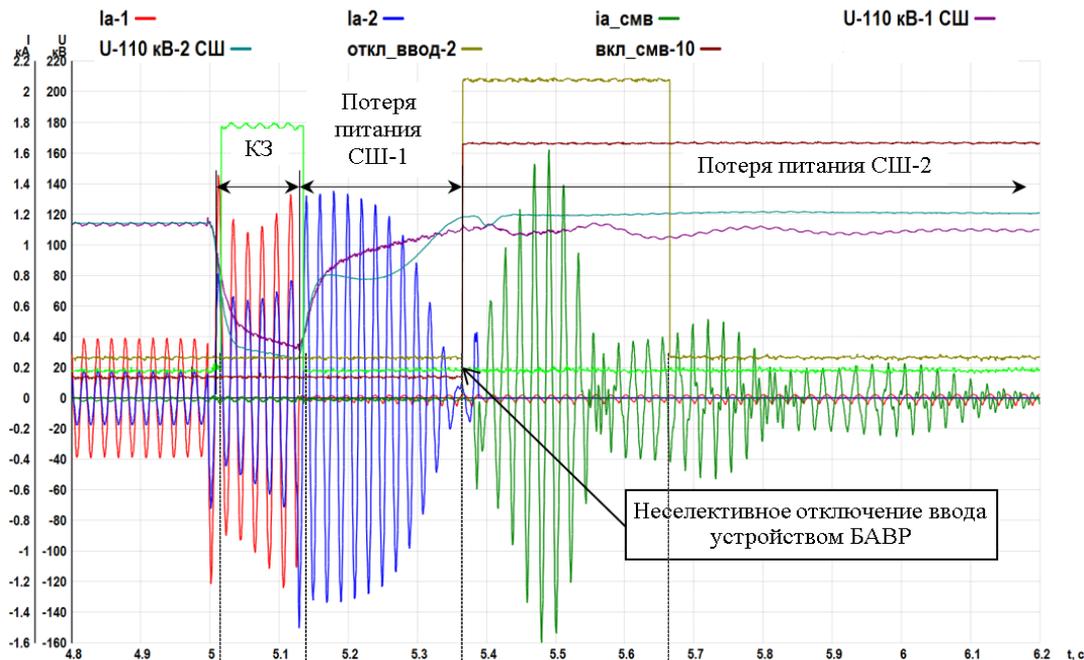
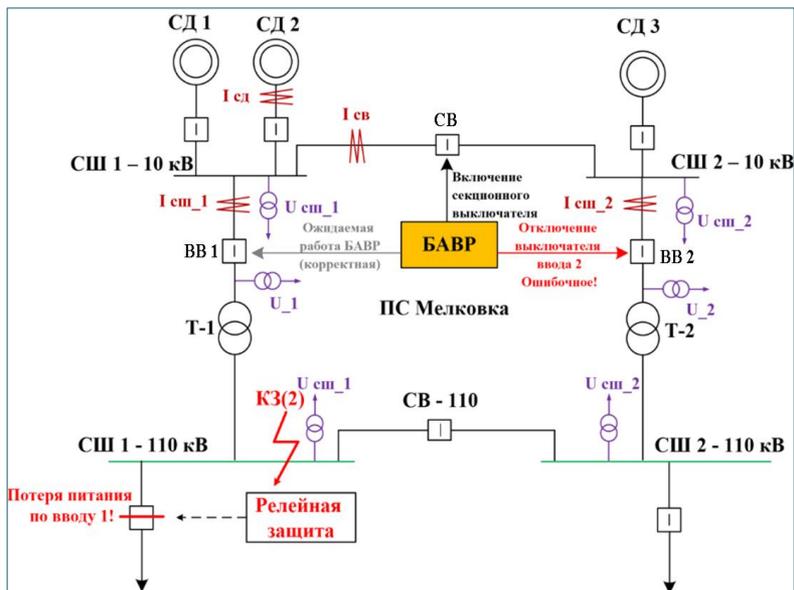
Выявленные характерные ошибки функционирования устройств БАРВ (необеспечение требуемого быстродействия)



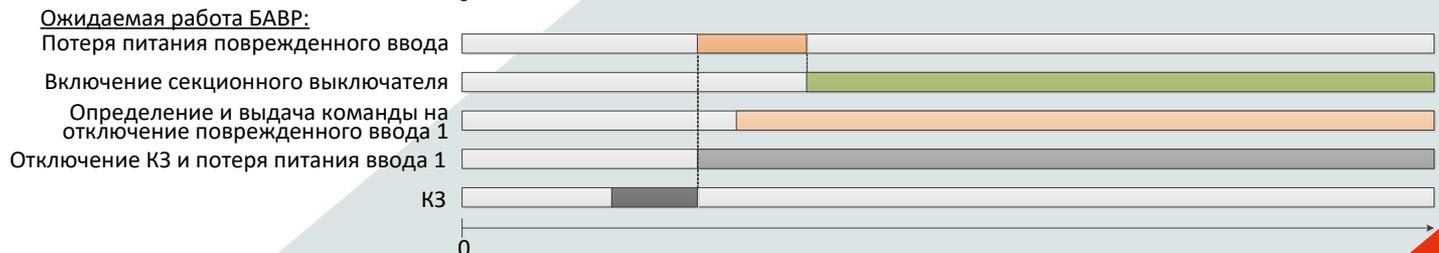
Необеспечение требуемого быстродействия!

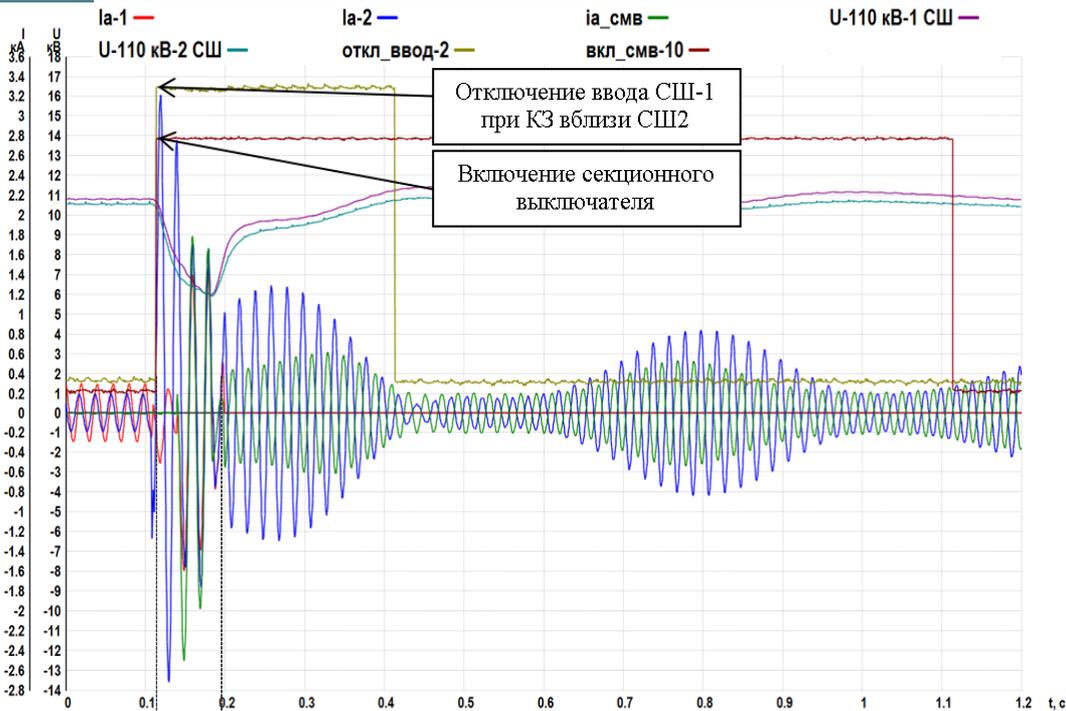
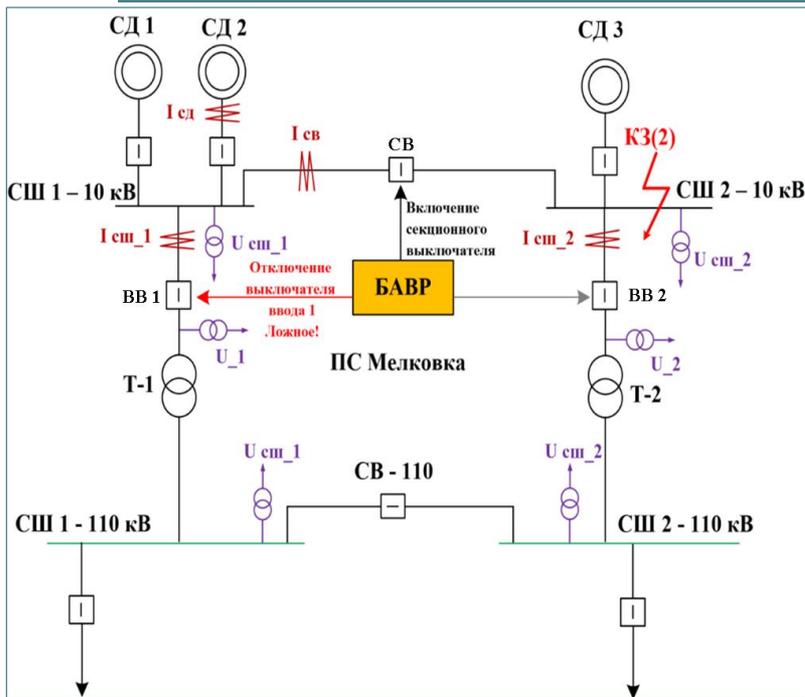


Выявленные характерные ошибки функционирования устройств БАРВ (ошибочная работа устройства БАРВ)

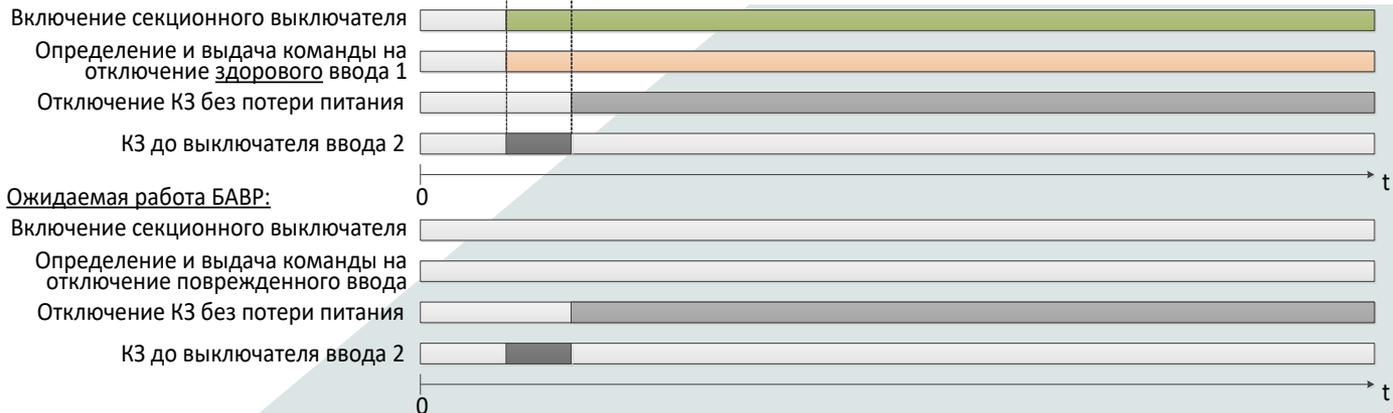


Ошибочная работа устройства БАРВ!



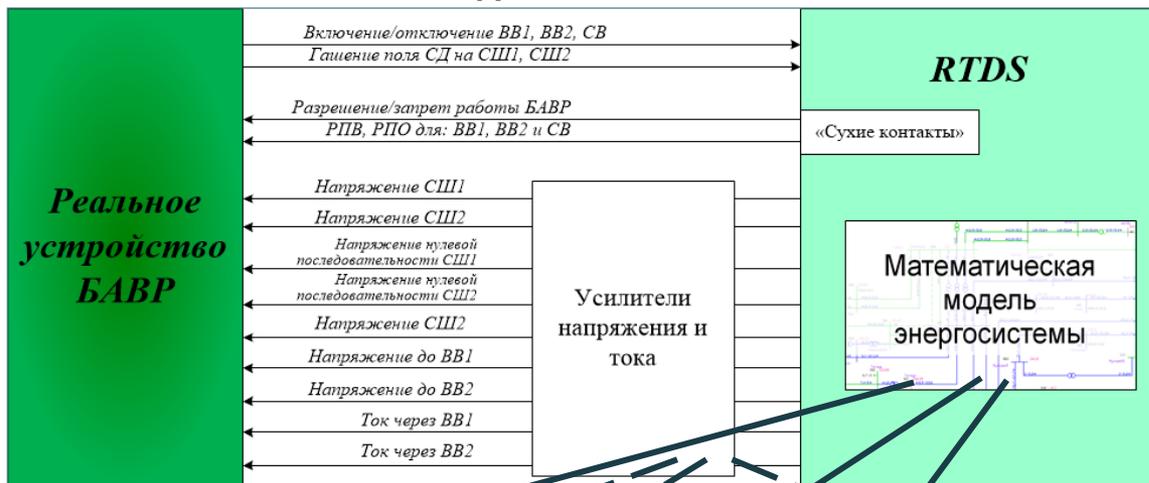


Ложное срабатывание устройства БАРВ!



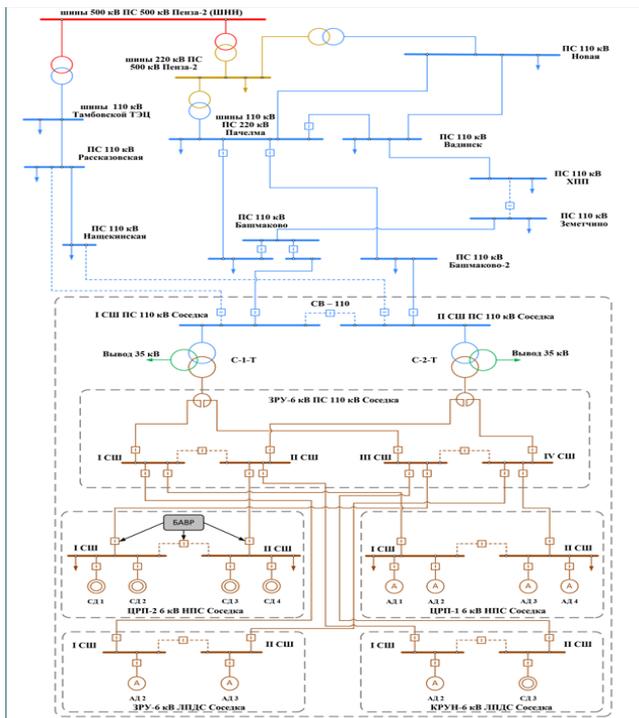
- На ПАК RTDS испытания проводятся с реальным оборудованием РЗА;
- Есть возможность подготовить математическую модель требуемого района или объекта ЭС;
- Работа в реальном времени – обеспечение условий работы максимально приближенных к натурным;
- Учет обратной связи от подключенного реального устройства позволяет делать однозначные выводы о корректности выбранных настроек.

Схема подключения БАВР к RTDS



RTDS АО «НТЦ ЕЭС Противоаварийное управление»

Математическая модель

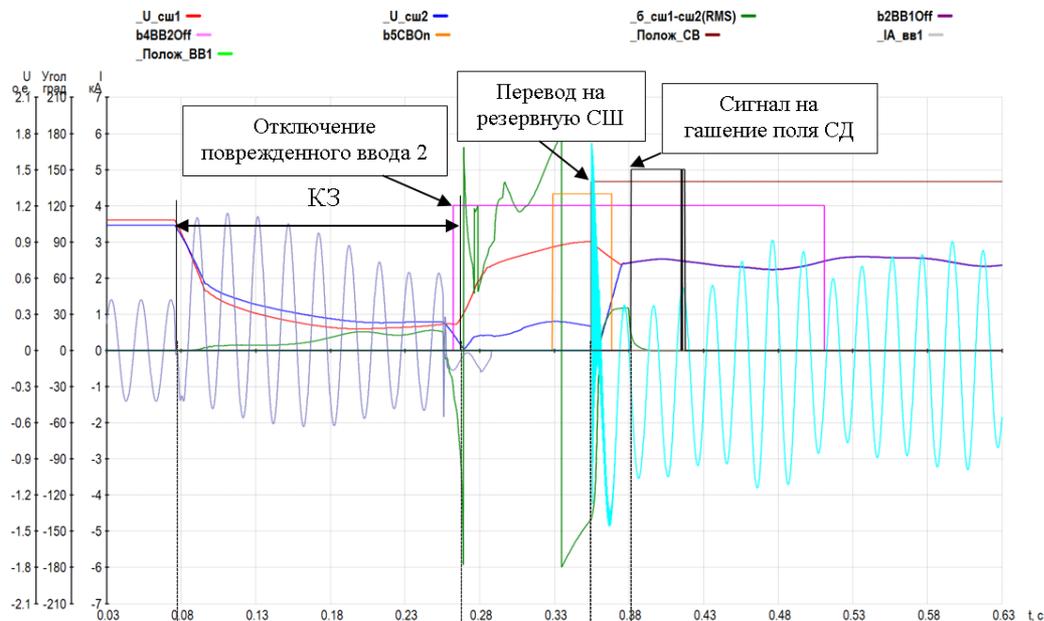
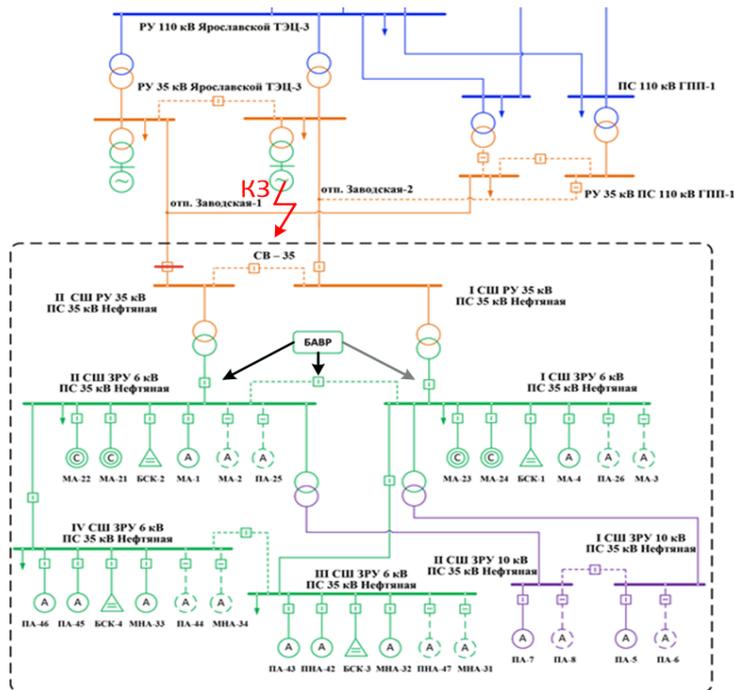


- НПС Соседка
- ЛПДС Ярославль
- НПС Пермь-2
- НПС Чикшино
- НПС Нововеличковская
- НПС-2 Иркутское РНУ

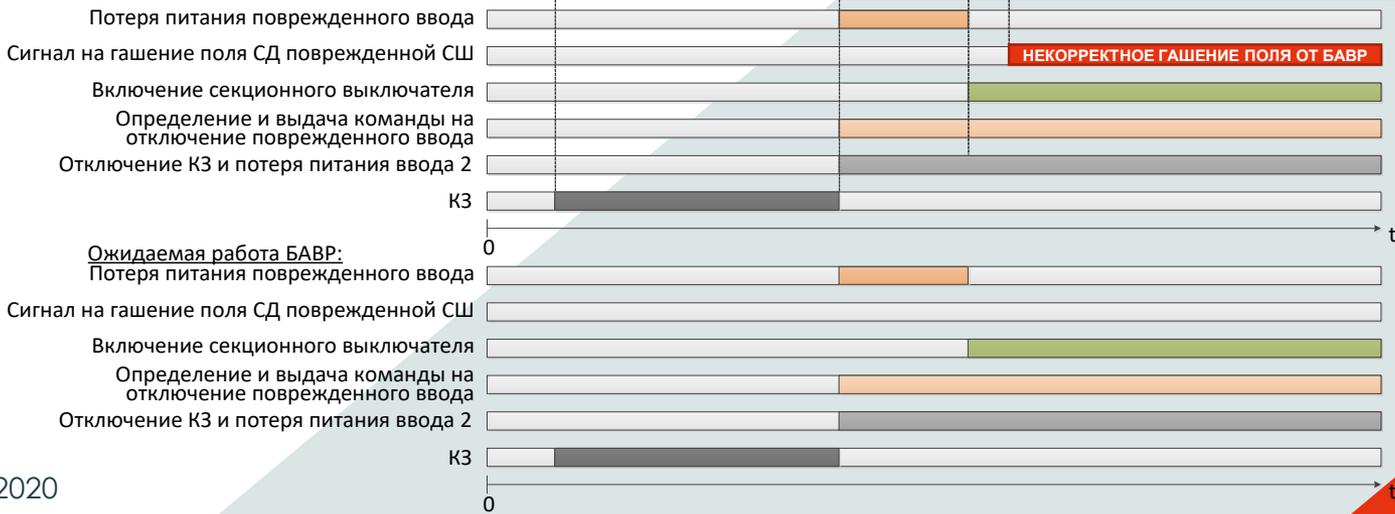
- **2019 год** – испытания по проверке **корректности выбранной производителем настройки** устройств БАРВ с использованием ПАК RTDS.
- Созданы математические модели питающей ЭС шести реальных НПС, на которых планировалась установка БАРВ.
- Индивидуальная программа испытаний для каждой станции.
- В испытаниях принимали участие 5 производителей устройств БАРВ.

Результаты испытаний:

Каждое устройство БАРВ требовало доработку на алгоритмическом уровне, поскольку изменение настройки существующего алгоритма не привело работу БАРВ к соответствию техническим требованиям ПАО «Транснефть».

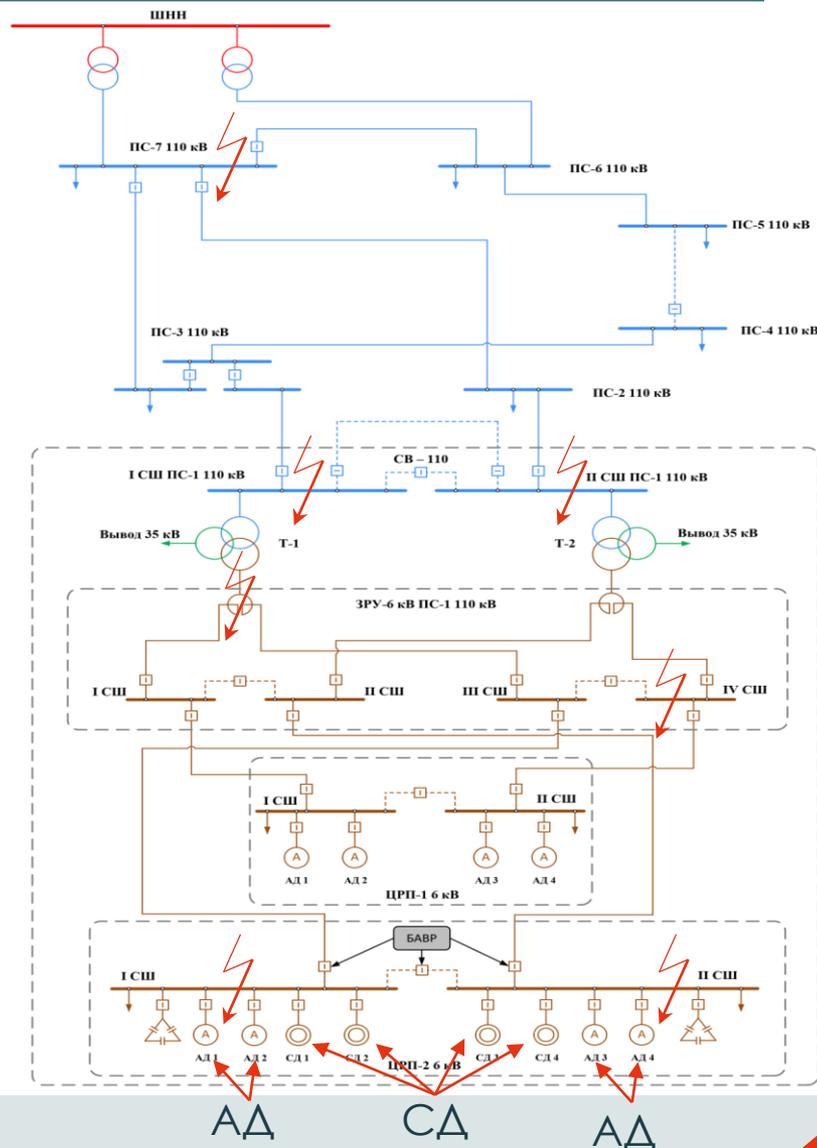


ЛПДС Ярославль – ошибка в алгоритме выдачи команды на гашение поля СД (после выдачи команды на включение секционного выключателя).



Особенности тестовой схемы:

- Наличие в схеме НПС нагрузки разного типа – синхронных двигателей и асинхронных двигателей, что позволяет проверить работоспособность БАПР в различных условиях (при различном характере изменения напряжения на СШ);
- Наличие разветвленной сложной схемы внешнего электроснабжения НПС и множество реализованных схемно-режимных условий и аварийных ситуаций, составленных в программу испытаний, которые дают возможность проверить функционирование устройства БАПР как при явных пусковых условиях (таких как потеря питания ввода), так и в более сложных ситуациях (такие как проходящие удаленные КЗ или равноудаленные КЗ)



- На основе опыта проведенных испытаний, на ПАК RDTs создана универсальная тестовая схема, сочетающая в себе выявленные особенности состава нагрузки НПС и схемы ее внешнего электроснабжения, влияющие на работоспособность устройства БАВР.
- Сформирована программа испытаний, включающая в себя множество схемно-режимных условий и аварийных ситуаций, которые позволяют наиболее полно проверить правильность функционирования устройства БАВР.
- Для производителей появилась возможность проверить корректность реализации алгоритмической части своих устройств БАВР до выполнения настройки для конкретной станции на испытательном стенде АО «НТЦ ЕЭС Противоаварийное управление».

Благодарим за внимание!

АО «Научно-технический центр Единой
энергетической системы
Противоаварийное управление»

194223, Российская Федерация, г. Санкт-
Петербург, ул. Курчатова, д. 1, лит. А, этаж 2,
офис 202,

АО «НТЦ ЕЭС Противоаварийное управление»
Телефон: +7 (812) 297-54-10, доб. 272;
факс: +7 (812) 552-62-23

E-mail: ntc@ntcees.ru
sulchakova_a@ntcees.ru

<https://www.ntcees.ru>
НИО-3

Группа компаний НТЦ ЕЭС - дочерняя структура АО «Системный оператор Единой энергетической системы»

Миссия Группы

содействие экономическому развитию за счёт построения эффективных энергосистем



Проектирование перспективного развития энергосистем



Испытания и настройка систем противоаварийной автоматики



Разработка и сопровождение специализированных программных и программно-аппаратных комплексов



ТЭО и комплексное сопровождение присоединения к электрическим сетям, в т.ч. генерации на базе ВИЭ



Развитие технологий оперативно-диспетчерского управления



Оптимизация условий энергоснабжения промышленных потребителей



Разработка нормативной правовой и технической документации



Научно-исследовательская деятельность в электроэнергетике

более

200

работ
выполняемых
ежегодно

Объекты единичной
мощностью

от 0,5 до 1200 МВт

Патенты на
изобретения

13

Программные
комплексы

30

Иностранные государства

Азербайджан, Беларусь, Казахстан, Латвия и другие

Заказчики

органы федеральной и региональной исполнительной власти, промышленные холдинги, генерирующие компании, электросетевые организации, крупные предприятия различных отраслей экономики, отраслевые ассоциации в энергетике

Персонал

более 300 человек. Офисы в Москве, Санкт-Петербурге, Новосибирске, Екатеринбурге, Чебоксарах

В Группу НТЦ ЕЭС входит несколько специализированных по видам работ и услуг компаний, что позволяет нам как выполнять отдельные блоки работ, так и предлагать комплексные решения под ключ на базе совокупных компетенций Группы.

Общее руководство Группой осуществляет **АО «НТЦ ЕЭС Группа компаний»**.

Генеральный директор:
Быкова Ольга Владимировна

КОМПАНИИ ПО ВИДАМ КОМПЕТЕНЦИЙ

АО «НТЦ ЕЭС Развитие энергосистем»

- разработка программ развития энергосистем
- разработка схем выдачи мощности, схем внешнего энергоснабжения
- технико-экономическое обоснование замещающих мероприятий при выводе из эксплуатации генерирующего оборудования

Единоличный
исполнительный орган:
АО "НТЦ ЕЭС Группа компаний"

АО «НТЦ ЕЭС Противоаварийное управление»

- сертификационные испытания и настройка устройств противоаварийной автоматики
- разработка и сопровождение специализированного программного обеспечения
- разработка инструментов для оперативно-диспетчерского управления энергосистемами
- анализ устойчивости, надежности и живучести энергосистем
- научно-исследовательская деятельность

Генеральный директор:
Крицкий Виктор Анатольевич

АО «НТЦ ЕЭС Управление энергоснабжением»

- реализация, развитие и оптимизация проектов розничной генерации
- оптимизация условий приобретения электрической энергии для потребителей электроэнергии
- юридический консалтинг в электроэнергетике
- комплексное сопровождение процесса подключения к электрическим сетям

Генеральный директор:
Дацко Ксения Андреевна