

Встроенные системы регулирования и РЗ и ПА модели ЭЭС КАСКАД-НТ

В модели ЭЭС комплекса КАСКАД-НТ реализованы встроенные системы регулирования и ПА перечисленные на рис.1. Эти системы предназначены для всех элементов моделируемого энергообъединения (например, АЛАР (АПАХ) для всех ВЛ расчетной схемы). Параметры срабатывания такой автоматики одинаковы для всех объектов (например, разность углов и число проворотов вектора напряжения для системы АЛАР)



Кроме этих систем, описание которые смотри ниже, представлены настраиваемые системы регулирования и ПА, реализованные на

Рис.1 Панель вызова встроенных систем регулирования и ПА

основе сценариев, где возможно задание их индивидуальных параметров. В настраиваемых сценариях могут быть реализованы автоматики практически любой сложности. Описание этих систем находится в папке DOC основного каталога системы КАСКАД-НТ.

В заключение представлена система задания коротких замыканий на ВЛ в однолинейной режимной схеме энергообъединения.

1. Системы вторичного регулирования частоты-мощности (АРЧМ)

Представлены три алгоритма реализации системы АРЧМ:

- алгоритм, реализованный в СО ЕЭС,
- алгоритм, предлагаемый авторами КАСКАД-НТ,
- алгоритм совместной работы комплекса КАСКАД-НТ и СО-ЕЭС.

1.1. Модель 1-го алгоритма (реализованного в СО ЕЭС).

Рассматривается модель системы вторичного регулирования частоты и активной мощности (АРЧМ) и отдельно система вторичного регулирования частоты (АРЧ). В системе АРЧМ кроме частоты регулируется обменная активная мощность региона (выполнена в модели). Алгоритм может функционировать и для отдельных узлов сети. В этом алгоритме реализуется управление по коэффициентам долевого участия (КДУ) на каждый управляющий узел.

Наряду с системой АРЧМ в модели реализован автоматический ограничитель перетоков активной мощности (АОП). Обе системы вторичного регулирования (АРЧМ и АОП) могут функционировать

одновременно. При этом, в процессе настройки этих систем следует учесть возможность возникновения встречных управляющих воздействий. При возникновении таких ситуаций, результирующее воздействие формируется с учетом их приоритетов. Управление от АОП имеет приоритет перед вторичным регулятором частоты. Управление салдо обменной мощности выполняется с коррекцией по частоте.

Оба алгоритма регулирования в составе АРЧМ реализуют пропорционально-интегральный закон регулирования. При регулировании частоты, формируемое управляющее воздействие на управляющие станции (см. ниже), распределяется на действующие станции в соответствии с их долевым участием. При этом соблюдаются ограничения на регулирующие воздействия станций и скорость набора и сброса их мощности.

При исчерпании станцией регулировочного диапазона, коэффициенты долевого участия остальных (действующих) станций пересчитываются (нормируются).

Управляющие станции имеют выключатели, которые позволяют оперативно включать их в работу или выводить из нее. Система регулирования частоты и системы регулирования обменной мощности регионов также имеют выключатели для вывода и ввода в работу.

При моделировании возможна имитация запаздывания управляющих воздействий (до 10 с.) и постановка в них помех (нормально распределенных).

Все параметры законов регулирования (коэффициенты долевого участия (КДУ), интенсивность пропорциональной и интегральной составляющей, ограничения и т.п.) могут оперативно настраиваться в том числе в процессе регулирования.

1.2. Модель 2-го алгоритма системы АРЧМ .

Отличие 2-го алгоритма от 1-го состоит в том, что управляющее воздействия формируются отдельно на каждый управляющий узел (в отличие от 1-го алгоритма, где частота предполагается единой для всей регулируемой зоны). Закон управления и ограничения на управляющие воздействия для второго алгоритма не отличаются от первого алгоритма.

Этот алгоритм может функционировать и в тех случаях, когда все энергообъединение разделено на несколько отдельных по частоте зон.

1.3. Модель 3-го алгоритма системы АРЧМ.

Для этого алгоритма используются реальные управляющие воздействия, которые формируются в действующей системе АРЧМ. Только эти воздействия реализуются в модели ЕЭС и, таким образом, их

эффективность может быть предварительно проверена, перед их реализацией на реальных управляющих станциях.

2. Задание исходных параметров регулятора.

Задание исходных параметров регуляторов выполняется в задаче **MMI_SHM.exe**. Вызов панели в меню **Модель \ Параметры АРЧМ модели**.

2.1. Параметры системы АРЧМ.

Список регионов, обменную мощность которых предполагается регулировать, следует указать в таблице **Regions** из БД расчетной схемы в папке **ted** с расширением **.tbl** (например, **цду_тест.tbl**). Принадлежность узлов сети к определенному региону задается указанием их диапазона номеров в этой таблице, с помощью задач и **Tabula.exe**. Выбор региона для задания начальных параметров выполняется на панели рис.2. в задаче **MMI_SHM.exe**.

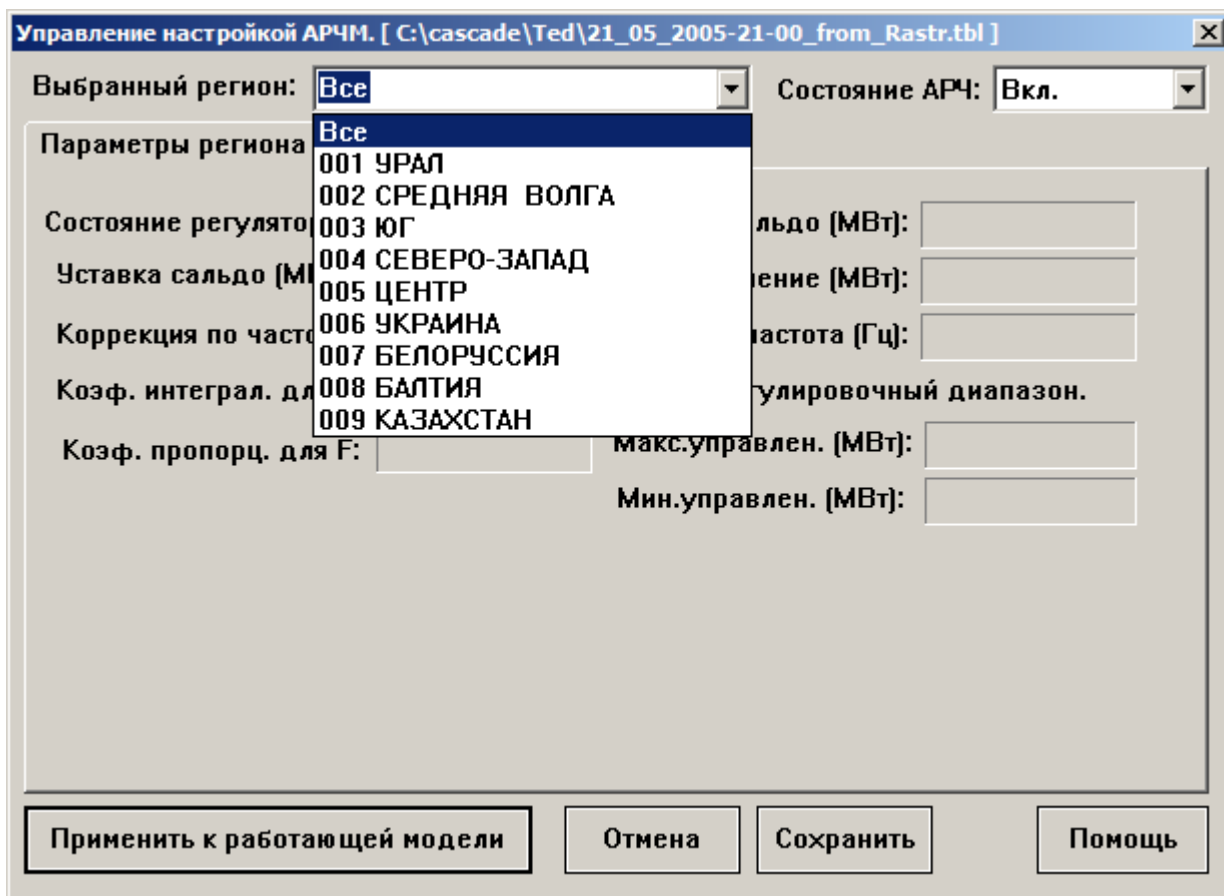


Рис.2. Задание регионов в системе АРЧМ.

Задание параметров следует начать с заполнения параметров региона расчетной схемы на панели (см.рис.3), вызываемой из головного меню **Модель**:

Модель \ Параметры АРЧМ модели \ Имя региона по закладке **Параметры региона**.

На рис.3 приведены исходные задаваемые параметры управления выбранного региона (Урала) и состояния общего выключателя системы АРЧ и выключателя регулятора обменной мощности конкретного региона.

Управление настройкой АРЧМ. [C:\cascade\Ted\21_05_2005-21-00_from_Rastr.tbl]

Выбранный регион: 001 УРАЛ Состояние АРЧ: Вкл.

Параметры региона Параметры узла

Состояние регулятора:	Вкл.	Сальдо (МВт):	-649.118
Уставка сальдо (МВт):	-650.000	Управление (МВт):	760.994
Коррекция по частоте:	0.000	Средняя частота (Гц):	-0.004
Козф. интеграл. для F:	0.100	Регулировочный диапазон:	
Козф. пропорц. для F:	0.100	Макс.управлен. (МВт):	1000.000
		Мин.управлен. (МВт):	-1000.000

Применить к работающей модели Отмена Сохранить Помощь

Рис.3. Параметры управления региона (АРЧМ Урала).

Подобным образом задаются параметры регулятора для всех регионов.

В каждом из регуляторов обменной мощности регионов следует задать управляющие станции на этой же панели по закладке **Параметры узла**. Эти параметры задаются на панели рис. 3. Здесь можно задать параметры ПИ регулятора региона и его состояние. Кроме обычных параметров следует отметить отдельные КДУ этой станции в регуляторе частоты и в регуляторе обменной мощности. На этой панели можно задать запаздывание управляющего сигнала от регулятора к исполнительному устройству блока. Для каждой управляющей станции следует задать свой набор управляющих параметров. На панели рис.4 можно добавить управляющую станции или убрать лишнюю.

2.2. Параметры АОП.

Задание исходных параметров автоматических ограничителей перетоков (АОП) выполняется вызовом из головного меню **Модель** панели: **Модель \ Параметры АОП модели \ Выберите АОП**, где следует выбрать номер настраиваемого АОП и в левом окне задать состав входящих в сечения ВЛ, а в правом окне – состав управляющих станций (см. рис. 5). На

этой же панели следует задать предельные значения контролируемого перетока и параметры ПИ регулятора выбранной станции.

Панель на рис.4 позволяет задать общее состояние системы АОП (вкл\откл) и состояние отдельного АОП выбранного сечения.

Управление настройкой АРЧМ. [C:\cascade\Ted\21_05_2005-21-00_from_Rastr.tbl]

Выбранный регион: Все Состояние АРЧМ: Откл.

Панель: Параметры региона | Параметры узла

Регулирующая станция: 100455 ПЕРМГРЭС1 [Добавить] [Удалить]

Параметры ПИ регулирующей станции

Состояние: Вкл.

Регулировочный диапазон:

Верхн. граница (МВт): 40.000

Нижн. граница (МВт): -40.000

Козф. пропорц. для F: 0.100

Козф. интеграл. для F: 0.100

Приращение (МВт/мин): 100.000

Уставка сальдо (МВт): -600.000

Коррекция по частоте: 0.000

КДУ станции по F: 0.050

КДУ станции по P: 0.000

Параметры канала связи:

Запаздывание (сек.): 1.000

Обновление (сек.): 1.000

Управляет регионом: УРАЛ [X] [Назначить]

[Применить к работающей модели] [Отмена] [Сохранить] [Помощь]

Рис.4. Параметры управления одной из регулирующей станции АРЧМ.

Управление настройкой АОП.

Общий выключатель АОП: Откл. Текущее: 126.428

Выберите АОП: 000002 АОП [Добавить] [Удалить] Состояние: Откл.

Верхнее предельное знач. 2000.000 Нижнее предельное знач. : -2000.000

Контролируемые линии:

№	Нач.№	Кон.№	Имя.Л
20	100052	100065	НСТЭ
149	100364	101740	МАКУ
3253	806841	801822	Нери

Управляющие узлы:

№	Имя узла	№ рег...
100054	РефтГРЭС1	1
101150	С.ГРЭС-21	1
101720	ЭГРЭС	9

Параметры выбранного узла:

Состояние: Вкл.

Козф. влияния: 0.300

Козф. пропорц.: 1.000

Козф. интеграл.: 2.000

Верхняя граница: 250.000

Нижняя граница: -200.000

Запаздыв. (сек.): 0.000

Обновлен. (сек.): 1.000

[Добавить] [Удалить] [Добавить] [Удалить]

[Применить к работающей модели] [Отмена] [Сохранить] [Помощь]

Рис. 5. Задание состава выбранного АОП.

Таким образом, для регуляторов сальдо обменной мощности задаются их уставки, а для каждого АОП задаются пределы активного перетока по управляемому сечению. Все панели, приведенные выше, позволяют добавлять и устранять объекты управления (узлы и ветви сети).

Все исходные параметры регуляторов (см. рис. 1 –рис. 5) в дальнейшем можно оперативно корректировать в темпе РВ с панелей управления. В заключение описания встроенных систем регулирования систем приведем (см. рис.6) панель со списком регулирующих станций в модели системы АРЧМ одной из расчетных схем.

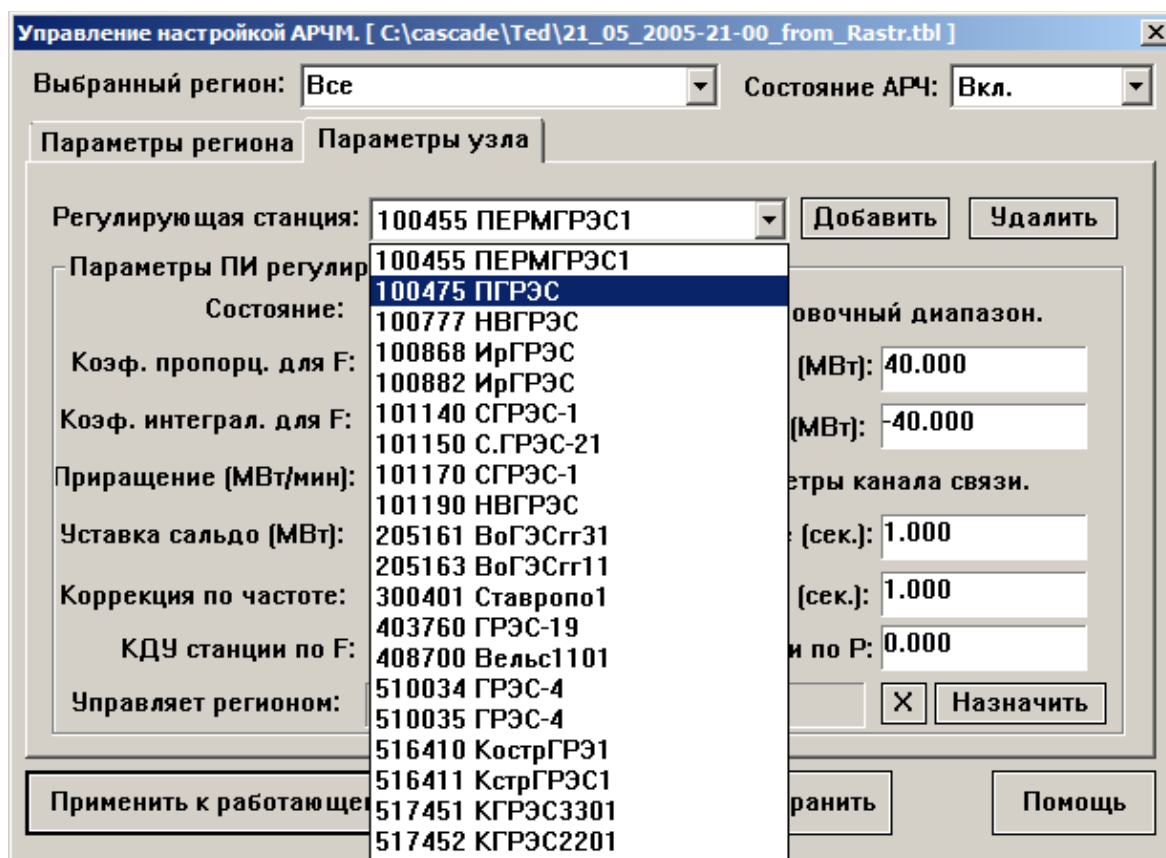


Рис.6. Список управляющих станций в системе АРЧМ.

3. Управление системой вторичного регулирования АРЧМ

Рассматривается панель управления для 1-го типа системы АРЧМ. На этой панели обозначены три основные зоны (см. рис.7).

Первая зона управляет вторичным регулятором частоты, а именно: состояние выключателя, текущее отклонение частоты и суммарное управление всех станций.

Регулятор_FP_ЦДУ

ТИП регулятора ЦДУ

РЕГУЛЯТОР АРЧ ВКЛЮЧЕН

Уставка F (Гц): 50.000

Отклонение F (Гц) -0.003

Сумм.управление -34.6

РЕГУЛЯТОР АРПЧ ВКЛЮЧЕН

ВЫБОР АРПЧ: 1 Включен

УРАЛ

Уставка сальдо P: -650.0

Сальдо (МВт) -648.3

Коррекция по F 0.0

Управление АРПЧ 772.3

Регулировоч. диапазон (МВт) 1000.0 -1000.0

Станция: С.ГРЭС-21 - 101150

СТАНЦИЯ ВКЛЮЧЕНА

Управление F 77.2

Приращение (МВт/с) 100.0

Регулировоч. диапазон (МВт) 560.0 -560.0

0.200 F КДУ P 0.100

Параметры ПИ регулятора

Пропорциональная 0.000

Интегральная 0.000

ВЫХОД

Позиция АРЧ и АРЧМ на панели (рис. б) только включает или отключает общий выключатель вторичного регулятора частоты и мощности, настройка которого выполняется заполнением соответствующих таблиц БД для конкретной расчетной схемы или с помощью панелей, вызываемых в меню МОДЕЛЬ.

Вторая зона дает управление регулятором обменной мощности для каждой зоны (выбор зоны управления, состояние выключателя, уставка сальдо, текущее сальдо, значение коррекции по частоте, величина управления и регулировочный диапазон). В этой зоне параметры задаются для выбранной зоны.

Рис.7. Панель управления системой АРЧМ.

И, наконец, в третьей зоне представлены параметры управляющих станций. Это их состояние и параметры системы вторичного регулирования.

Это допустимое приращение управления, его регулировочный диапазон, значения КДУ для частоты и перетока. Все эти параметры можно менять в процессе регулирования. В этой зоне параметры задаются для выбранной станции. На достижение пределов регулировочного диапазона станций указывают специальные индикаторы.

В последней 4-й зоне приведены значения коэффициентов (в пропорциональной и интегральной составляющих) при формировании управляющего воздействия. В первом алгоритме это общие коэффициенты при формировании управления, а во втором алгоритме это индивидуальные коэффициенты управляющих станций.

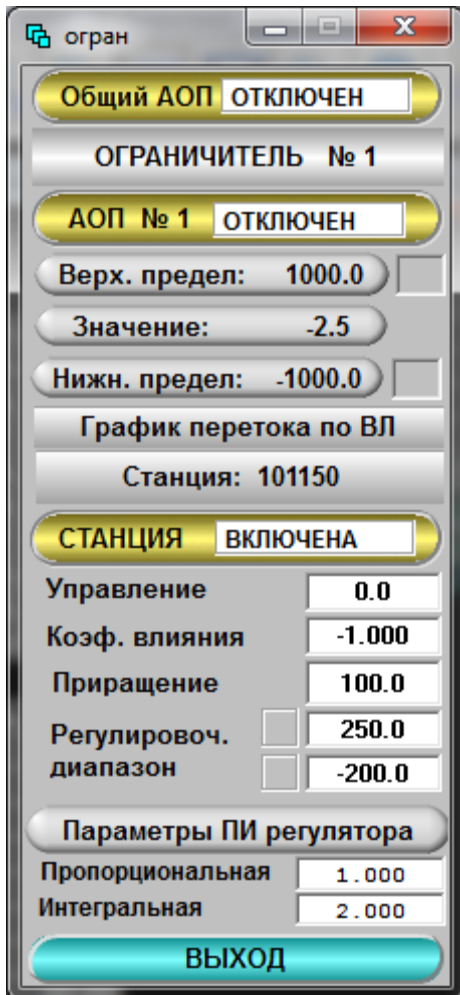


Рис.8. Панель управления системой АОП.

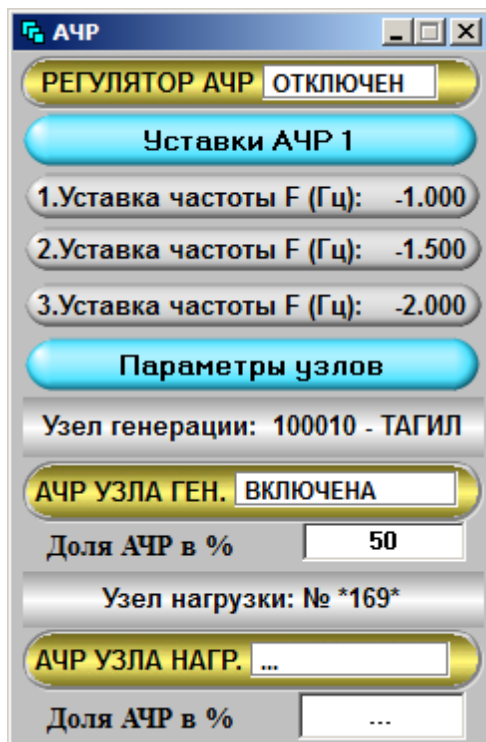


Рис.9. Управление системой АЧР1.

Регулировочные диапазоны каждой из систем регулирования обменной мощности, а также диапазоны регулирующих станций при нарушении пределов сигнализируются красным цветом.

Обе системы вторичного регулирования (АРЧМ и АОП) могут функционировать одновременно. При этом, в процессе настройки этих систем следует учесть возможность возникновения встречных управляющих воздействий.

4. Управление системой АОП

Управление системой АОП выполняется с панели, представленной на рис. 6. Подобно системе АРЧМ панель управления на рис. 8 позволяет вкл/откл систему АОП, а также выбранный № активного АОПа. Напомним,

что управление системой АОП (также как и АРЧМ) выполняется при включенной модели в режиме динамики.

В оперативном режиме с панели рис.6 можно менять уставки регулирования для каждой управляющей активной станции и задать параметры ПИ регулятора (регулируемый диапазон, коэффициент влияния, параметры регулятора).

Основные проблемы возникают при одновременной работе систем АРЧМ и АОП. При встречном воздействии на одну и ту же станцию система АОП имеет более высокий приоритет и блокирует управление системы АРЧМ (на проблемную станцию).

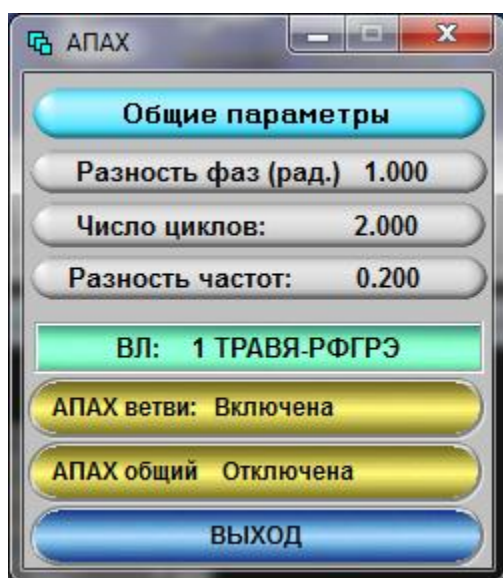
5. Управление системой АЧР.

В настоящей версии ПК КАСКАД-НТ реализована только система АЧР1. Ввиду простоты задания параметров системы АЧР1, они задаются только в режиме РВ (см. рис. 9).

На панели рис.9 присутствует общий выключатель системы АЧР а также общие для всех управляющих узлов уставки срабатывания по частоте.

Во второй зоне можно задать отдельно для каждого из узлов нагрузки и узлов генерации максимальную долю отключаемой нагрузки. В тех случаях (см.рис.9), когда расчетная схема составлена только из узлов генерации (разумеется вместе с потреблением) отдельных узлов нагрузки нет.

6. Управление системой АПАХ (АЛАР).



Ввиду простоты задания параметров системы АПАХ, они задаются только в режиме РВ (см. рис. 10).

В этой системе все параметры являются общими для всех ветвей расчетной схемы.

На этой панели заданы параметры срабатывания системы АПАХ, а также состояние общего выключателя этой систем, а также индивидуальных выключателей на отдельных ВЛ. И, наконец, последняя из автоматик (ФОЛ) на главной панели не рассматривается в этой версии.

Рис.10. Управление системой АПАХ.

В следующих разделах описания динамической модели представим сконструированные системы регулирования и ПА с индивидуальными характеристиками (аналогично подобным системам КП МУСТАНГ).

7. Задание и анализ коротких замыканий (КЗ)

В ПК КАСКАД можно задать место и вид КЗ. Панель управления системой КЗ представлена на рис. 11. Эта панель вызывается с электрической режимной схемы непосредственно щелчком правой кнопки мыши по анализируемой ВЛ. И далее щелчком правой кнопки мыши в позиции **Дополнительные параметры** вызывается панель рис.11.

Задание параметров КЗ выполняется в нижней части панели рис.11. Здесь можно выбрать тип КЗ (где указаны все параметры КЗ). Эти параметры заданы в таблице Kz любой из расчетных схем.

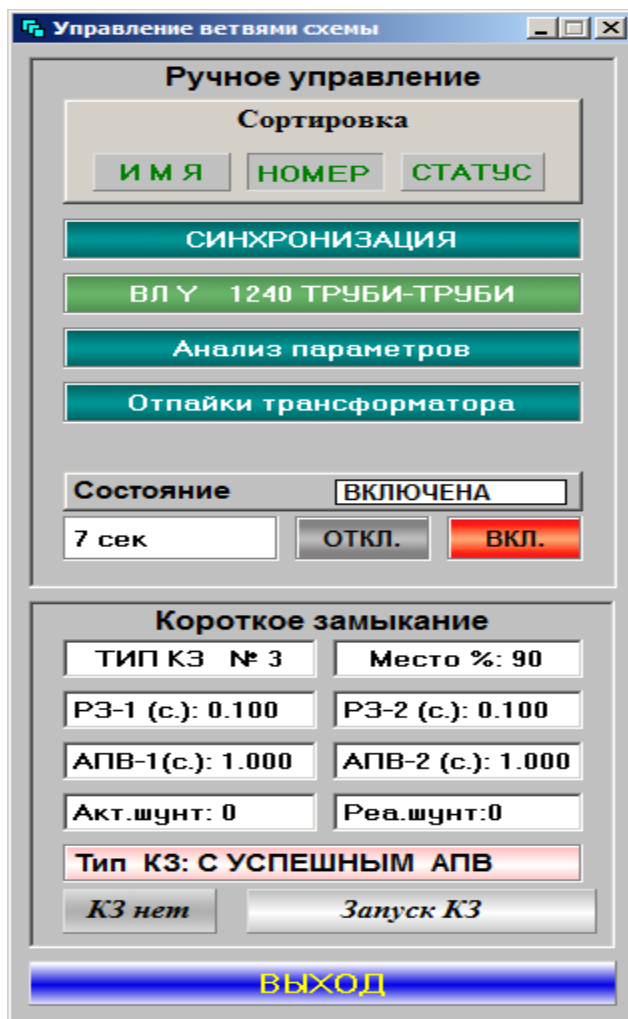


Рис.11. Панель управления КЗ.

Остальные окна на панели рис.11 задают основные параметры срабатывания систем ПА для ВЛ, а именно времена срабатывания РЗ у начала и конца ВЛ, а также времена срабатывания АПВ у начала и конца выбранной ВЛ.

Значения Активного и реактивного шунта в месте КЗ позволяет приближенно моделировать неполнофазные КЗ на однолинейной модели ЭЭС.

В комплексе КАСКАД модель энергообъединения работает в непрерывном режиме, что дает возможность анализировать КЗ в реальном и замедленном темпе. Изменения параметров режима в этом случае целесообразно изучать на графиках параметров.

Между панелью рис.11 и таблицей на рис. установлено взаимно однозначное соответствие. Каждому типу КЗ соответствует своя строка в таблице. В таблице заданы только исходные значения параметров КЗ.

Исходные параметры могут меняться пользователем средствами БД Tabula.

Текущие значения параметров КЗ удобно задать непосредственно на панели рис. 11. В этом случае место КЗ задается в процентах от начала ВЛ.

Тип КЗ (с успешным, неуспешным или без АПВ) задается выбором из списка типов. КЗ без АПВ оказывается бесконечным по времени. Запуск программы на выполнение КЗ выполняется кнопкой *Запуск КЗ*. Остановить КЗ (без АПВ) можно кнопкой *КЗ нет*.

Tabula - C:\cascade\Ted\vostok.tbl - Kz

Файл Данные Правка Вид Справка

без обн. Вся база Стандарт

	РЗ_1-ый Выкл	АПВ_1-ый Выкл	РЗ_2-ой Выкл	АПВ_2-ой Выкл	МЕСТО (%)	УСПЕШН.	ШУНТ АКТИВ.	ШУНТ РЕАКТ.
	TKZ0	TKZ1	TKZ2	TKZ3	NOB2	NOB3	TKZ4	TKZ5
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.40	1.0	0.40	1.0	50	0	0.0	0.0
2	0.40	1.0	0.40	1.0	10	0	0.0	0.0
3	0.40	1.0	0.40	1.0	90	0	0.0	0.0
4	0.20	1.0	0.20	1.0	50	1	0.0	0.0
5	0.20	1.0	0.20	1.0	10	1	0.0	0.0
6	0.20	1.0	0.20	1.0	90	1	0.0	0.0
7	0.20	1.0	0.20	1.0	50	2	0.0	0.0
8	0.20	1.0	0.20	1.0	10	2	0.0	0.0
9	0.20	1.0	0.20	1.0	90	2	0.0	0.0
10	0.20	1.0	0.20	1.0	50	2	0.0	0.0
11	0.20	1.0	0.20	1.0	50	2	0.0	0.0

Regions
ts
sm
ts
Параметры генераторов
blocks
akm
adin
arfm
adv
akt
огран. перетоков
АОП_линии
АОП_объекты
арак
Формат ЦДУ
CduLoadFileFlags
Connection
схп
Kzu
Kz
ЦДУ узлы исключение

Рис.12. Таблица задания параметров КЗ