

НПО «ЭЛСИБ» ПАО  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «ЭЛСИБ»  
ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО



## Системы возбуждения НПО «ЭЛСИБ» для генераторов



до 1998

поставка генераторов с СВ других производителей

1999

начало проектирования собственной СВ

2004

запуск первой микро-процессорной системы возбуждения

2015

сертификация регулятора АРВ-НЛ

2022

изготовление СВ с уменьшенными массогабаритными характеристиками для т/г ТФ-32

## **НПО «ЭЛСИБ» ПАО имеет положительный опыт производства и эксплуатации**

-  микропроцессорных статических тиристорных системы самовозбуждения (СТС) с принудительным или естественным охлаждением тиристором;
-  Бесщёточных систем возбуждения с микропроцессорной системой управления, регулирования и защит (БСВ);
-  резервных систем возбуждения с микропроцессорной системой управления, регулирования и защит (СВТР) (для замены электромашинных резервных возбудителей);
-  тиристорных систем независимого возбуждения (СТН);
-  систем электрического торможения для гидрогенераторов;
-  блоков резисторов (БР) (для систем возбуждения);
-  шкафов защит микропроцессорный (ШЗМ), для систем возбуждения.



# Системы возбуждения соответствует всем требованиям, применяемым к системам возбуждения в России:

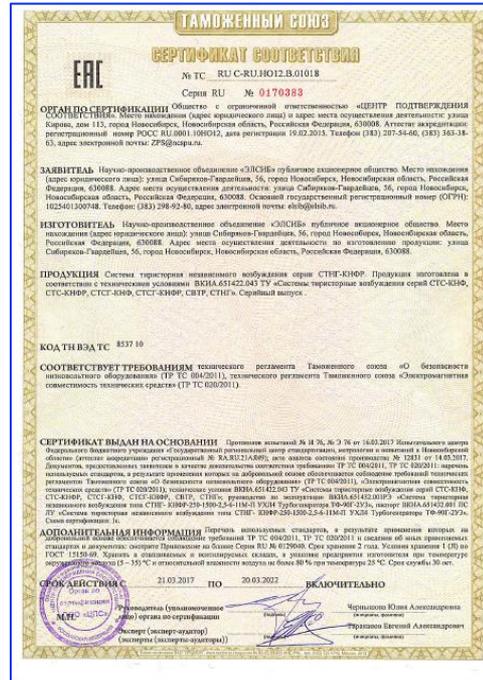
- ✓ Правилам устройства электроустановок;
- ✓ Правилам технической эксплуатации электрических станций и сетей;
- ✓ ГОСТу на системы возбуждения (ГОСТ 21558-2018 «Системы возбуждения турбогенераторов, гидрогенераторов и синхронных компенсаторов. Общие технические условия»);
- ✓ Требованиям к системам возбуждения и автоматическим регуляторам возбуждения сильного действия синхронных генераторов СТО 59012820.29.160.20.004-2019;
- ✓ Приказу Минэнерго России № 98 от 13.02.2019г.;
- ✓ Техническим требованиям таможенного союза.



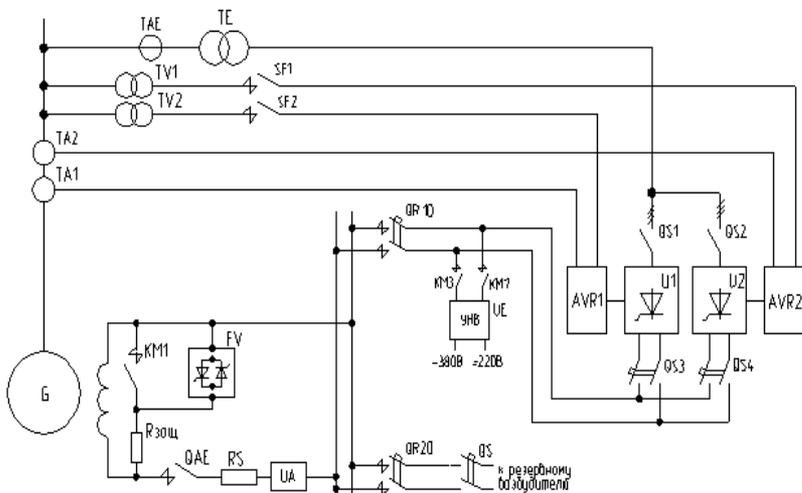
Автоматический регулятор возбуждения сильного действия типа АРВ-НЛ, вер.5.3.0, испытан на электродинамической модели ОАО «НИИПТ» (АО «НТЦ ЕЭС Противоаварийное управление»)



Панель процессора



## Структурная схема СТС



НПО «ЭЛСИБ» ПАО осуществляет разработку, проектирование, производство и испытания систем возбуждения, их пуско-наладку на станциях, гарантийное обслуживание и обучение персонала.

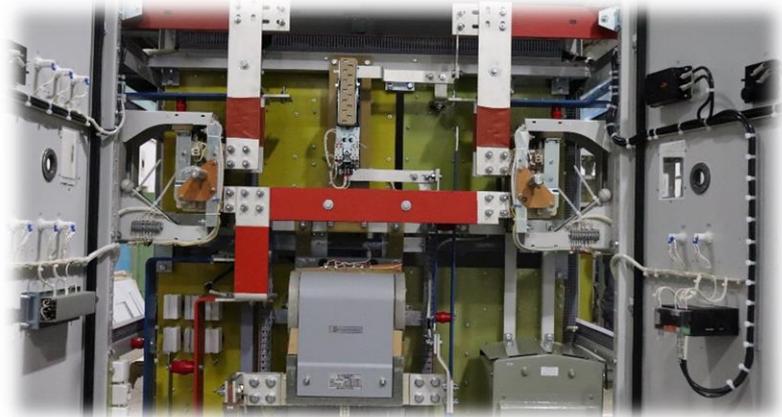
Основным типом систем возбуждения для турбогенераторов являются микро-процессорные статические тиристорные системы самовозбуждения.

По требованию и согласованию с заказчиком могут быть разработаны и изготовлены системы возбуждения с другими необходимыми номинальными параметрами.

## Основные технические данные выпускаемых СТС

Номинальное напряжение возбуждения	150 – 510 В
Номинальный ток возбуждения	1000 – 2500 А (3300 А, проект)
Кратность форсировки по напряжению возбуждения	2.5
Кратность форсировки по току	2
Быстродействие при форсировки, не более	0,06с
Длительность форсировки максимальная	20с
Полное время расфорсировки, не более	0,15 с
Поддержание действующего значения напряжения в заданной точке регулирования , не хуже	±0.5%
Частота напряжения питания	50Гц
Степень защиты оборудования	IP 21...54
Коэффициент готовности, не менее	0,997
Наработка на отказ, не менее	27 000 час
Полный срок службы, не менее	30 лет
Общий уровень шума, не более	70 dB(A)
Охлаждение тиристоров	воздушное, принудительное/ естественное

- Высоковольтный преобразовательный трехфазный трансформатор;
- Шкаф управления ШУРЗ (два канала);
- Шкаф тиристорного преобразователя ШТП 1 канал;
- Шкаф ШСВ (АГП);
- Шкаф тиристорного преобразователя ШТП 2 канал;
- Шкаф ввода резервного возбуждения ШСВ (РВ) (опция);
- Шунтирующий резистор БР-05.

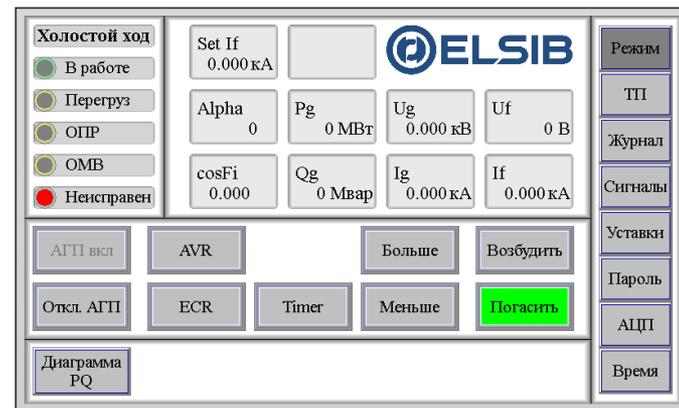


## Система возбуждения обеспечивает следующие режимы работы турбогенератора:

- Пуск;
- Начальное возбуждение;
- Включение в сеть методом точной (автоматической и ручной) синхронизации в нормальных режимах работы энергосистемы и методом самосинхронизации в аварийных режимах работы энергосистемы;
- Холостой ход;
- Работу генератора в энергосистеме с нагрузками от холостого хода до номинальной, работу в режимах, определяемых диаграммой мощности генератора, а также работу с перегрузками, допускаемыми по ГОСТ IEC 60034-1, ГОСТ IEC 60034-3 и техническими условиями;
- Остановку генератора в нормальных и аварийных режимах.



- Регулирование возбуждения с использованием аппарата нечетких функций или по принципу ПИД-регулятора;
- Дистанционное изменение уставки напряжения генератора в пределах от 80 до 100% номинального значения;
- Поддержание напряжения с точностью  $\pm 1\%$  в заданной точке регулирования в соответствии с заданной уставкой и статизмом в нормальных режимах работы генератора в диапазоне тока возбуждения до 110% номинального;
- Выполнять форсировку возбуждения с заданной кратностью и развозбуждение при нарушениях в энергосистеме, вызывающих, соответственно, снижение или повышение напряжения на шинах станции;
- Ограничение двукратного тока возбуждения с точностью  $\pm 5\%$  за время не более 0,1с, а также ограничение перегрузки по току обмоток возбуждения и статора в соответствии с заданными характеристиками генератора;
- Ограничение минимального тока возбуждения с уставкой, зависящей от значения активной мощности генератора, в режиме потребления реактивной мощности из сети;
- Развозбуждение и гашение поля при нормальной остановке генератора переводом тиристорных преобразователей в инверторный режим;
- Гашение поля в аварийных режимах автоматом гашения поля (АГП);
- Работу генераторов в системе группового регулирования реактивной мощности.



## Резервирование преобразовательно-регулирующих каналов

Системы возбуждения имеют 100% резервирование

Два идентичных преобразовательно-регулирующих канала.

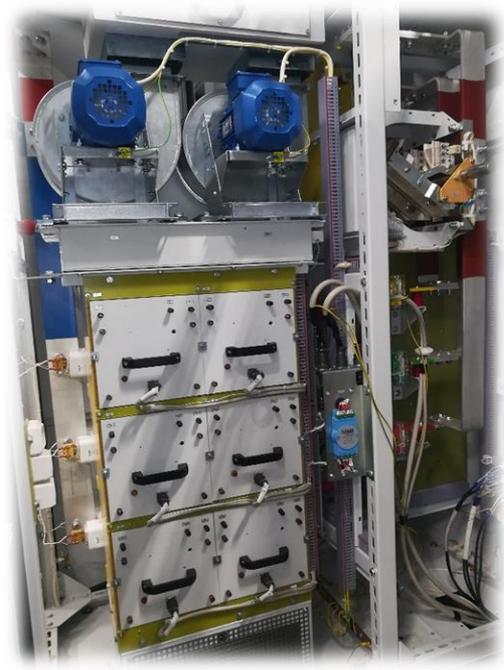
Каждый преобразовательно-регулирующий канал обеспечивает все режимы возбуждения генератора, включая форсировку возбуждения.

Автоматический и ручной переход с канала на канал.



## Силовая часть

- Трехфазная мостовая схема выпрямления с одним тиристором в плече.
- Тиристорные преобразователи выполняются с принудительным или естественным охлаждением тиристоров.
- Раздельное управление каждым тиристором.
- Автомат гашения поля
- Начальное возбуждение генератора осуществляется устройством начального возбуждения от сети переменного тока собственных нужд электростанции или от аккумуляторной батареи.





### Ограничители:

- ограничитель минимального возбуждения;
- ограничитель максимального тока ротора;
- ограничитель перегрузки по току ротора;
- ограничитель напряжения генератора при снижении частоты;
- ограничитель тока ротора на уровне, соответствующем режиму работы генератора с единичным коэффициентом мощности при номинальной активной мощности;
- ограничение тока ротора на номинальном уровне по сигналу запрета форсировки.

При отказе любого ограничителя выполняется автоматический перевод на резервный канал управления

### Защиты:

- защита тиристорных преобразователей от перегрева;
- защита тиристорных предохранителями от внутреннего короткого замыкания;
- защита от неограниченной форсировки при отказе ограничителя двойного тока ротора;
- защита обмотки ротора генератора от перегрузки (ОПР 2ст);
- защита от КЗ на стороне выпрямленного напряжения;
- защита от повышения напряжения отключенного от сети генератора;
- защита от снижения частоты;
- защита от потери возбуждения;
- защита от непроходимости тиристоров;
- защита при отказе инвертирования;
- защита ротора от перенапряжений;
- защита от неуспешного начального возбуждения.

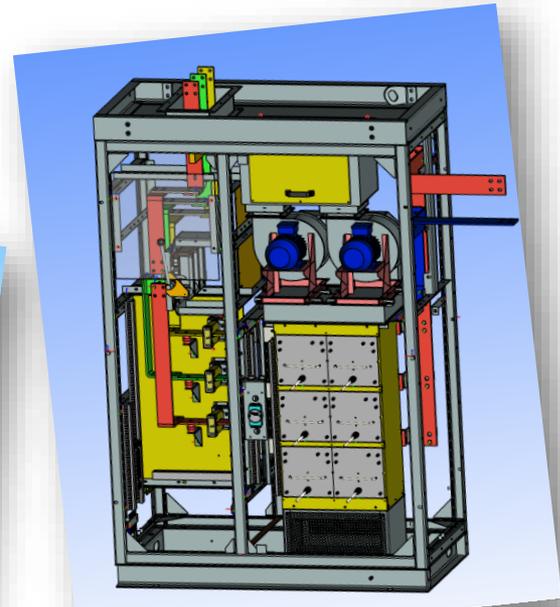
Возможные действия при срабатывании защит:

- переключение каналов;
- гашение поля турбогенератора;
- включение шунтирующего сопротивления параллельно обмотке возбуждения;

Срабатывание защит фиксируется в журнале событий автоматического регулятора возбуждения по факту аварийного отключения АГП.



- ✓ программное обеспечение собственной разработки;
- ✓ конструкции шкафов собственной разработки и изготовления;
- ✓ универсальная элементная база;
- ✓ широкая номенклатура исполнений шкафов;
- ✓ оптимальный выбор компонентов (с преобладанием отечественных);
- ✓ набор необходимых защит и блокировок, в том числе от некорректных действий персонала;
- ✓ простота конструкции и ремонтно-пригодность;
- ✓ сопровождение заказчика в течении всего срока службы оборудования.



Турбогенераторы мощностью от 6 до 63 МВт могут оснащаться бесщёточными системами.

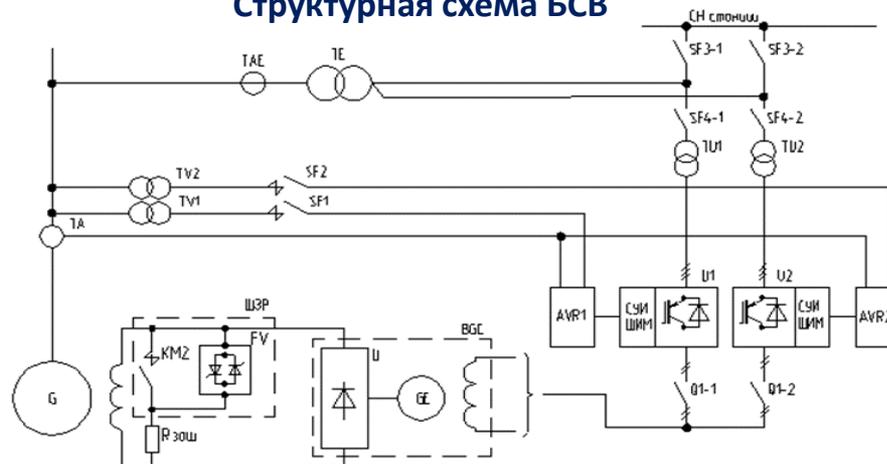
Бесщёточная система возбуждения состоит из:

- бесщёточного возбудителя
- высоковольтного преобразовательного трехфазного трансформатора
- шкафа бесщёточной системы возбуждения
- может комплектоваться шкафом защиты ротора

**100% резервирование, 2 канала**



Структурная схема БСВ



Номинальное напряжение возбуждения	120-350 В
Номинальный ток возбуждения	550–2100 А
Кратность форсировки по напряжению возбуждения	2
Кратность форсировки по току	2
Номинальная скорость нарастания напряжения возбуждения в режиме форсировки не менее	5 о.е./сек
Поддержание действующего значения напряжения в заданной точке регулирования, не хуже	±0.5%
Частота напряжения питания	50 Гц
Степень защиты оборудования	IP 21...43
Коэффициент готовности, не менее	0,997
Наработка на отказ, не менее	27 000 час
Полный срок службы, не менее	30 лет
Общий уровень шума, не более	70 dB(A)
Охлаждение диодов	воздушное, принудительное

## Спасибо за внимание

Научно-производственное объединение «ЭЛСИБ» публичное акционерное общество  
630088, Россия, г.Новосибирск, ул. Сибиряков-Гвардейцев, 56

[www.elsib.ru](http://www.elsib.ru) [sales@elsib.ru](mailto:sales@elsib.ru)

**Дирекция по продажам:**

отдел продаж генераторов: +7 (383) 298-91-19, 298-91-82, [pakorolev@elsib.ru](mailto:pakorolev@elsib.ru)

отдел продаж сервиса и ремонта: +7 (383) 298-93-34, 298-93-52, [svkolbin@elsib.ru](mailto:svkolbin@elsib.ru)