

# *ДОКЛАД*

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ  
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИСТОЧНИКОВ РЕАКТИВНОЙ  
МОЩНОСТИ ИРМ 110-500 КВ

БРЯНЦЕВ М.А. АНДРУС С.Т. КАРЫМОВ Р.Р.

ООО «ЭЛЕКТРОСЕТЕВЫЕ КОМПЕНСАТОРЫ»

Москва, 2007 г.

## **1. ОАО «Электросетевые компенсаторы» основано в 2006 г**

---

### **2. Основные направления деятельности:**

- анализ режимов напряжения и реактивной мощности в межсистемных и распределительных электрических сетях;
- разработка комплексных технических решений по стабилизации напряжения и повышению пропускной способности передачи электроэнергии на участках: генерация – межсистемная сеть – распределительная сеть – потребитель;
- разработка рекомендаций по нормативной базе обеспечения комплексных технических решений в современных хозяйственно-экономических условиях;
- инжиниринг проектов по оснащению электропередач и сетевых районов источниками реактивной мощности «под ключ».

### **3. Стратегическими партнерами компании являются:**

Запорожский трансформаторный завод (Украина), Nokian Capacitors (Финляндия), Всероссийский электротехнический институт, Московский энергетический институт (Россия).

# СХЕМЫ ИРМ НА БАЗЕ УШР

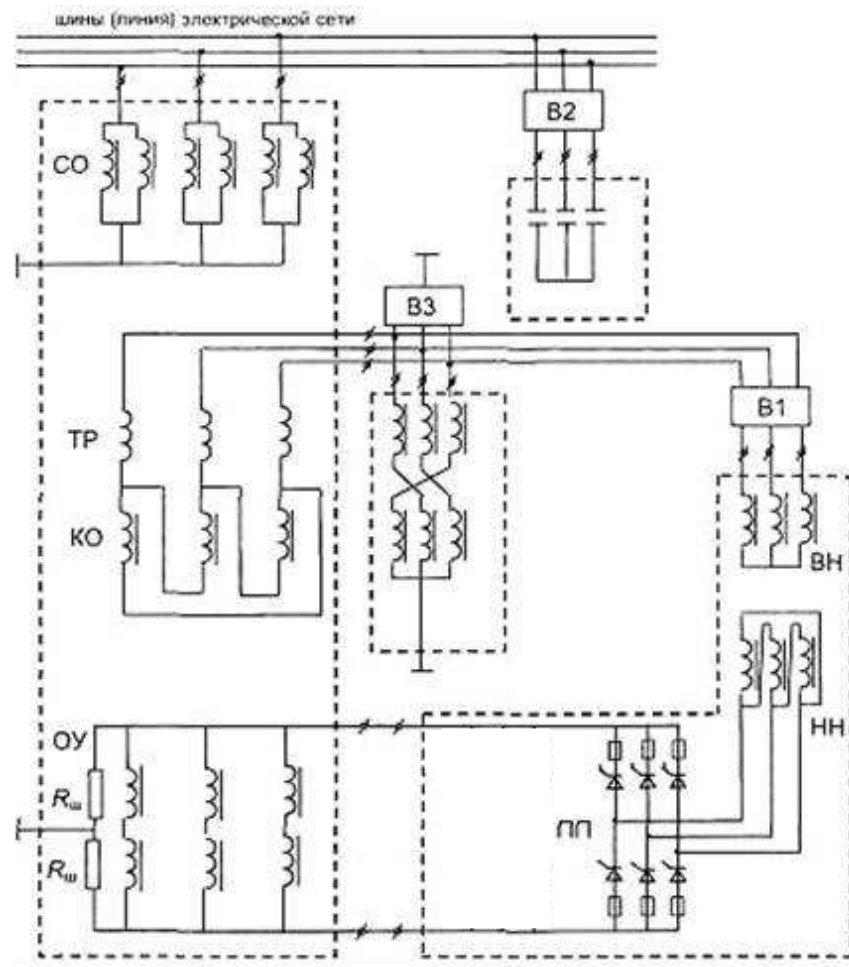
СО – сетевая обмотка реактора;

КО – компенсационная обмотка (напряжение 11 кВ);

ОУ – обмотка управления (11-38,5 кВ);

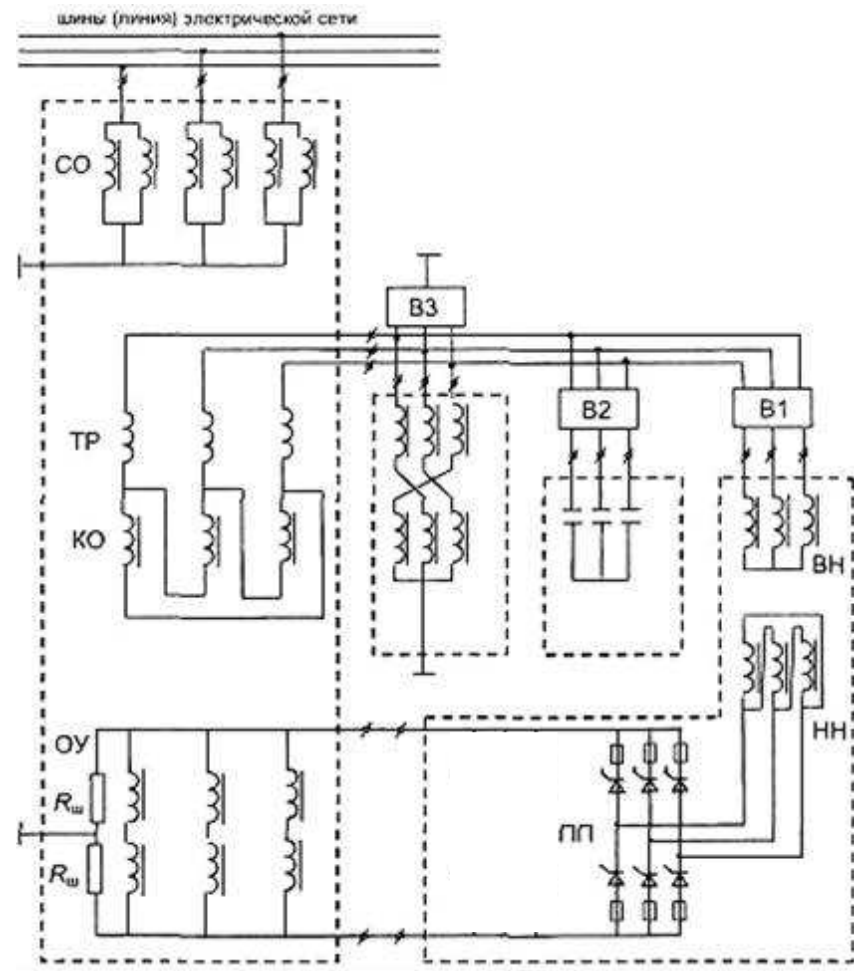
ПП – полупроводниковый преобразователь.

ИРМ на базе УШР и конденсаторной батареи, коммутируемой выключателем В2 (рекомендуется для напряжений до 220 кВ). Достоинством этого технического решения является то, что количество секций конденсаторной батареи может быть любым и зависит от потребности в выдаче реактивной мощности в точке подключения реактора.

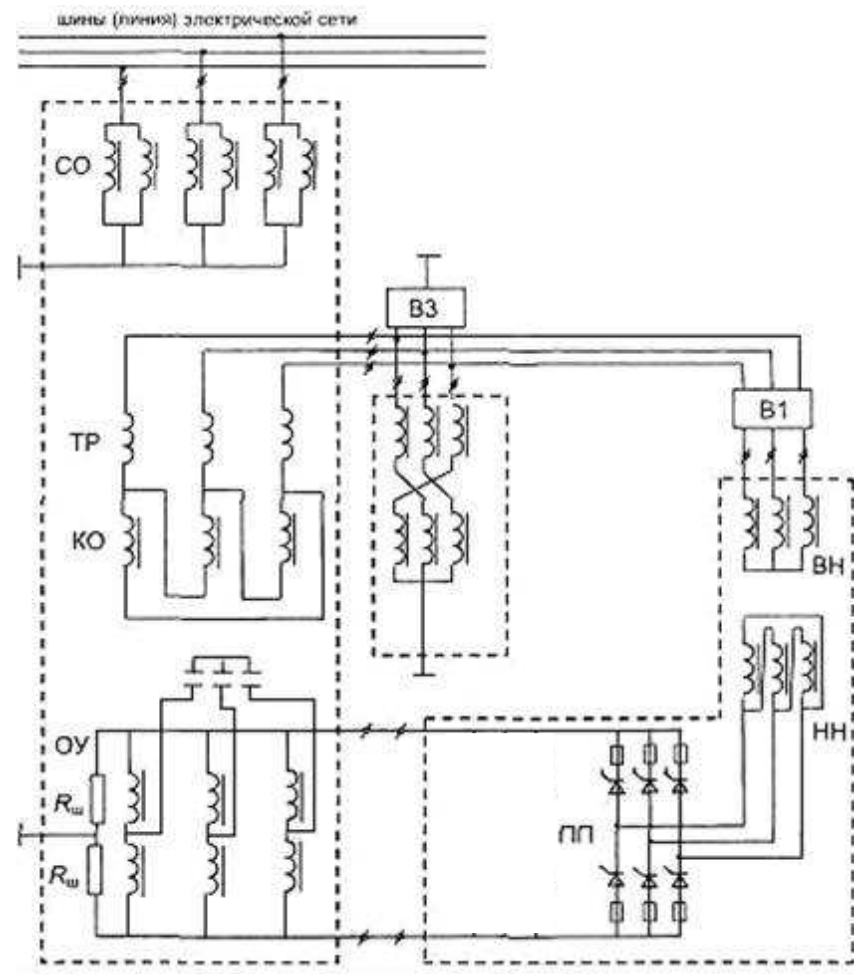


Москва, 2007 г.

ИРМ на базе УШР и конденсаторной батареи, подключенной к компенсационной обмотке реактора и коммутируемой выключателем В2. Позволяет регулировать реактивную мощность в диапазоне от  $-100\%$  до  $+100\%$ . Рекомендуется для сетей с напряжением 110-500 кВ.



ИРМ на базе УШР и некоммутируемой конденсаторной батареи, подключенной к обмотке управления. Позволяет плавно регулировать реактивную мощность в диапазоне от  $-40\%$  до  $+100\%$ . Рекомендуется для сетей с напряжением 110-500 кВ.



Проведенные на физической модели МЭИ исследования показали работоспособность всех трех вариантов предлагаемого устройства.

При работе в распределительных сетях ИРМ на базе УШР позволяют:

- обеспечить значительное увеличение пропускной способности линии электропередачи по условию апериодической статической устойчивости;
- поддерживать напряжение в узком диапазоне при изменении в широких пределах мощности нагрузки;
- снизить потери активной мощности в линии за счет уменьшения передаваемой по ней реактивной мощности в режимах больших нагрузок;
- существенно снизить отклонение напряжения при колебаниях нагрузки, а при набросе нагрузки и при коротком замыкании еще и предотвратить нарушение устойчивости асинхронной нагрузки;
- существенно сократить время пуска мощного асинхронного двигателя и обеспечить нормальный уровень напряжения после пуска.

## УШР 25/110

### Трехфазный управляемый реактор 25 Мвар, 110 кВ на п/ст «Кудымкар», РФ 1999 год.

#### Назначение:

Стабилизация напряжения в точке подключения и оптимизация перетоков реактивной мощности в прилегающей сети (подключен в параллель с ШКБ 42 Мвар).

#### Основные технические данные:

1. Номинальное напряжение	121 кВ
2. Номинальная мощность	25 Мвар
3. Диапазон изменения мощности МВАр	0,25÷30
4. Время изменения мощности	2,0 с
5. Потери:	
- холостого хода	25 кВт
- номинальные	175 кВт
6. Мощность управления	160 КВА
7. Высшие гармоники в токе	< 4%
8. Полная масса	69 т



#### Заключение Заказчика (решение выездного семинара РАО «ЕЭС России» на месте установки):

1. Колебания напряжения ограничены до  $\pm 1,5\%$ .
2. В часы максимума нагрузки потери энергии в прилегающей сети снижены на 2,5 МВт.
3. За счет повышения пропускной способности транзита, строительство дополнительной линии 220 кВ отнесено на 10-15 лет.

Москва, 2007г.

## Трехфазные управляемые реакторы 25/110, с БСК 54/110 на ПС «Катыльгинская», «Двуреченская» и «Игольская», РФ 2004 г.

### Назначение:

Стабилизация напряжения в точке подключения и оптимизация перетоков реактивной мощности в прилегающей сети (подключены в параллель с ШКБ 54 МВАр).

### Основные технические данные:

- |                                |              |
|--------------------------------|--------------|
| 1. Номинальное напряжение      | 121 кВ       |
| 2. Номинальная мощность УШР    | 25 МВАр      |
| 3. Номинальная мощность БСК    | 54 МВАр      |
| 4. Диапазон изменения мощности | 0,25÷30 МВАр |
| 5. Потери:                     |              |
| - холостого хода               | 25 кВт       |
| - номинальные                  | 200 кВт      |
| 6. Мощность управления         | 160 КВА      |
| 7. Высшие гармоники в токе     | < 4%         |
| 8. Полная масса                | 69 т         |

### Заключение Заказчика:

1. На 50% увеличена пропускная способность сети электроснабжения нефтяных приисков.
2. На 20% снижены удельные потери электроэнергии.
3. Колебания напряжения в точках подключения реакторов и прилегающей сети ограничены до  $\pm 1,5\%$  от заданной уставки.



Москва, 2007 г.



# Эффективность применения УШР с ШБК



## ОПЫТ применения компенсирующих устройств на ПС-110кВ. «Игольская» и «Дзуреченская» для электроснабжения нефтяных месторождений ОАО «Томскнефть» (Октябрь 2004г.- март 2005г.)

1. К исходу 2003года на нефтяных месторождениях Южного Васюгана ОАО «Томскнефть» возникла кризисная ситуация. Пропускная способность электропередачи 110кВ «Парабель-Лугинская-Игольская-Крапивинская» была исчерпана, а уровни напряжения на ПС-110 «Крапивинская» не превышали 85% номинального.
2. И только в августе-октябре 2004года после ввода на ПС-110 «Игольская» батареи статических конденсаторов (БСК) 23МВАР, управляемого шунтирующего реактора (УШР) 25МВАР и ПС-110 «Дзуреченская» с БСК-23 и УШР-25 ситуация изменилась коренным образом в лучшую сторону. Пропускная способность выросла на 30-50% , уровни напряжения достигли 105-110% номинального и могут регулироваться в широком диапазоне в зависимости от режимов.
3. Даже непродолжительный период эксплуатации реакторов РТУ-25000/110-У1 позволяет отметить, что реакторы совместно с батареями статических конденсаторов:
  1. Обеспечивают оптимальные потоки реактивной мощности позволяющие довести передаваемую мощность до предельно допустимой по сечению проводов. По состоянию нагрузок на март 2005г обеспечивается 100% взаимное резервирование эл.нагрузок электропередачи «Парабель - Дзуреченская - Чапаевка»(Таблица 3). Необходимость перевода региона на напряжение 220кВ потеряло свою актуальность.
  2. Снижают потери активной мощности в проводах ВЛ-110кВ. При нагрузке 72 МВт потери составляют 7,5 МВт против 11,9 МВт, в том числе в сетях ООО «ЭнергонефтьТомск» 1.8 МВт против 2.9 МВт.
  3. Обеспечивают плавную автоматическую стабилизацию заданных уровней напряжения в установившихся режимах, при сокращении числа коммутаций БСК и РПН в десятки раз.

Главный энергетик ЗАО «ЮКОС-ЭП»

В.В.Садовой

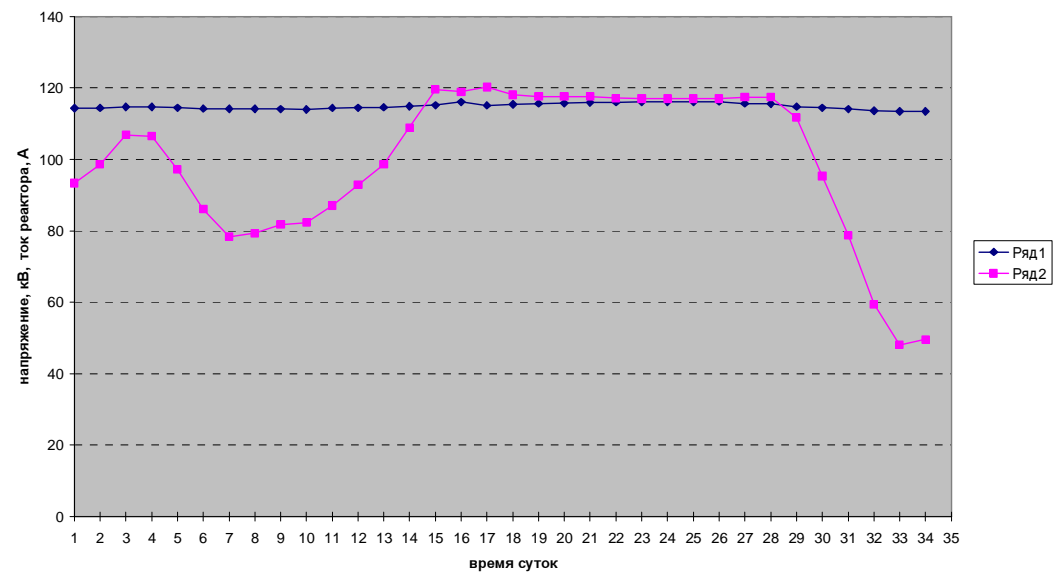
Москва, 2007 г.

# Автоматический режим работы ИРМ

## Суточный график работы

### УШР 25/110 п/ст «Кудымкар»

Графики напряжения шин и тока РТУ при работе реактора в автоматическом режиме



— Напряжение

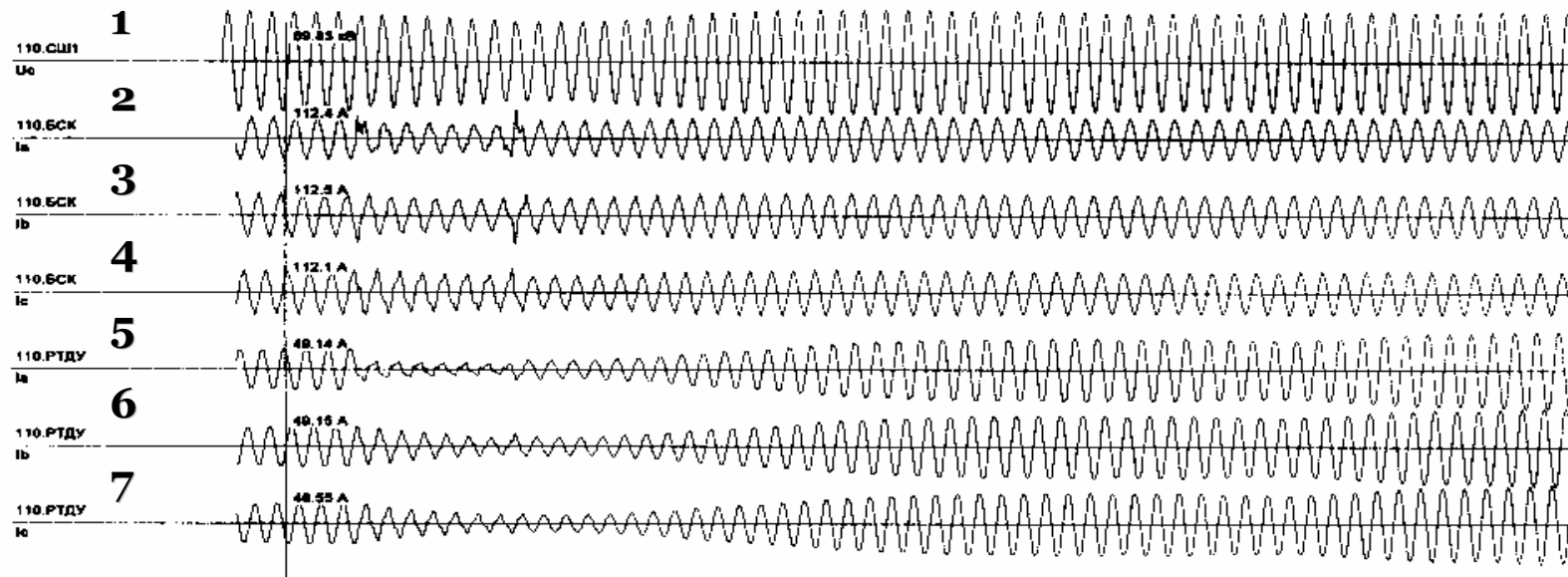
— Ток

Москва, 2007 г.

## Пример переходного процесса

Переходные процессы в управляемом реакторе 25 МВА, 110 кВ и батареях конденсаторов 23 МВА, 110 кВ на ПС «Игольская» при удаленном КЗ на ПС «Парабель» (расстояние около 350 км).

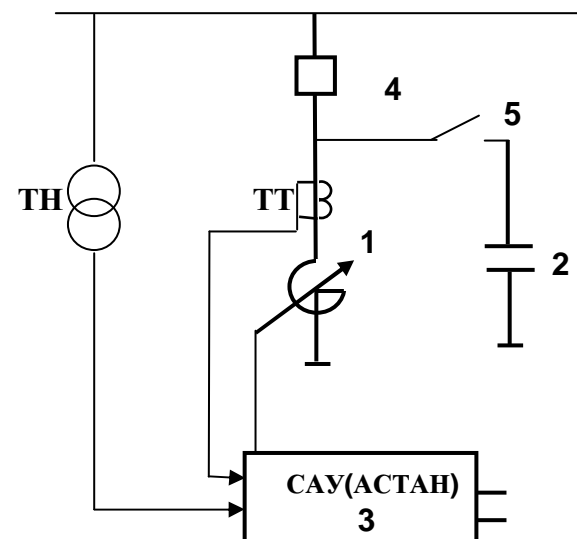
ПС Игольская 11-Апр-2005 13:11:17.171 АК: 110.СШ1.Уа



- 1 – напряжение шин 110 кВ ПС «Игольская» фаза «С».
- 2, 3, 4 – токи фаз батареи конденсаторов 23 МВА, 110 кВ.
- 5, 6, 7 – токи фаз управляемого реактора 25 МВА, 110 кВ.

# Автоматизированный ИРМ-110/25/25 на ПС «Звездная» (ПС «Сугмутская-2»), РФ 2007г.

110кВ



- 1 – УШР 25/110;
- 2 - БСК 25/110;
- 3 - САУ (АСТАН);
- 4 - Выключатель 110 кВ.
- 5 – Разъединитель 110 кВ

## Основные технические данные:

- |                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| 1. Номинальное напряжение      | 121 кВ    |
| 2. Номинальная мощность        | 25 МВАр   |
| 3. Диапазон изменения мощности | ± 25 МВАр |

Москва, 2007 г. 12

## Технические решения по схемам компенсации реактивной мощности на границе балансового раздела «сеть-потребитель»

