

**Д.т.н., проф. Брянцев А.М.**

**Доклад: «Компенсация реактивной мощности и стабилизация  
напряжения в электрических сетях ОАО «Тюменьэнерго»,  
питающих предприятия нефтегазового комплекса».**

**Электрические сети предприятий нефтегазового комплекса**

<p style="text-align: center;">ОАО «Газпромнефть»</p> <p>1. Электрическая сеть ОАО «Сибнефть-Хантос».</p> <p>2. Электрическая сеть ОАО «Сибнефть-Ноябрьнефтегаз».</p> <p style="text-align: center;">ОАО «ТНК-ВР».</p> <p>3. Электрическая сеть ОАО «Варьеганэнергонепть».</p> <p>4. Электрическая сеть ОАО «ТНК-Нягань»</p> <p>5. Электрическая сеть ООО «Нижневартовскэнерго-нефть».</p> <p>6. Электрическая сеть ОАО «Черногорэнерго».</p>	<p style="text-align: center;">ООО «НК «Роснефть».</p> <p>7. Электрическая сеть ООО «РН-Пурнефтегаз»</p> <p>8. Электрическая сеть ООО «РН-Юганскнефтегаз» ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь».</p> <p>9. Электрическая сеть ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь».</p> <p style="text-align: center;">ОАО «Славнефть-Мегионнефтегаз.</p> <p>10. Электрическая сеть ООО «Славнефть-Мегионнефтегаз».</p> <p style="text-align: center;">ОАО «Сургутнефтегаз».</p> <p>11. Электрическая сеть ОАО «Сургутнефтегаз».</p>
---	---

**Количество трансформаторных подстанций**

- всего	- 286
-с трансформаторами 63 МВА и более	- 23
- с трансформаторами 25, 32, 40, МВА	- 204
- с трансформаторами 16 МВА и менее	- 59

Основные показатели потребляемой мощности

Количество ПС, 110-220 кВ	Установленная мощность трансформаторов, Суств, МВА	Зимний максимум 2006				Летний минимум 2007			
		P, МВт	Q, МВАр	tg φ	кисп	P, МВт	Q, МВАр	tg φ	кисп
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>ОАО "Газпромнефть"</b>									
35	1840	586,23	243,956	0,4161	0,3450	573,12	240,49	0,4196	0,3377
<b>ОАО "ТНК-ВР"</b>									
86	5598,6	1177,4238	538,3723	0,4572	0,2312	1297,46	698,22	0,5381	0,2631
<b>ООО "НК "Роснефть"</b>									
46	3921	1077,379	515,386	0,4783	0,3045	1113,181	606,228	0,5445	0,3232
<b>ООО "ЛУКОЙЛ - Западная Сибирь"</b>									
51	2995,8	957,1457	319,6749	0,3339	0,3368	983,21	293,1	0,2981	0,3424
<b>ОАО "Славнефть - Мегионнефтегаз"</b>									
15	1028	420,5567	237,4134	0,5645	0,4697	380,5	245,28	0,6446	0,4403
<b>ОАО "Сургутнефтегаз"</b>									
53	3399,6	1074,151	215,8034	0,2009	0,3222	991,567	312,858	0,3155	0,3058
<b>Итого:</b>									
286	18783	5292,8862	2070,606	0,39120	0,3025	5339,038	2396,176	0,4488	0,31156

1. Фактическая нагрузка сетей – на уровне 50 % от проектной.

2. Разброс рабочих напряжений в сети 110 кВ - от 125 до 98 кВ (с тенденцией к снижению их значений).

3. Средний tgφ -около 0,4 (с тенденцией к возрастанию).

4. Около 50 % трансформаторных подстанций 2х25, 2х32, 2х40 МВА имеют токи к.з. ≤ 5кА (вплоть до 1 кА).

---

**Эффективность мероприятий по компенсации реактивной мощности.**

- |     |                               |  |
|-----|-------------------------------|--|
| I   | $\text{tg}\varphi \leq 0,4$   | Снижение потерь до нормативного уровня, частичная нормализация напряжения сети 6-110 кВ.   |
| II  | $\text{tg}\varphi \leq 0,2$   | Минимизация потерь, нормализация напряжения в пределах проектной загрузки сети (в нормальных режимах с предельно допустимыми отклонениями рабочих напряжений).   |
| III | $\text{tg}\varphi = 0$        | Исключение потерь в сети от перетоков реактивной мощности, компенсация падения напряжения на индуктивности сети 110 кВ.  |
| IV  | $\text{tg}\varphi \leq - 0,2$ | Полная компенсация падения напряжения в сети 110 кВ, повышение пропускной способности сети до предельно допустимой по техническим параметрам оборудования (предельно допустимые рабочий ток и рабочее напряжение). |

**Потребность в устройствах генерации  
реактивной мощности.**

Снижение потерь в сети до нормативного уровня ( $\text{tg}\varphi=0.4$ )	Минимизация потерь в сети (частичная нормализация напряжения) ( $\text{tg}\varphi=0.2$ )	Увеличение пропускной способности сети по предельно допустимому току ( $\text{tg}\varphi=0$ )	Увеличение пропускной способности сети по предельно допустимому напряжению ( $\text{tg}\varphi=-0.2$ )
max/min	max/min	max/min	max/min
1	2	3	4
Сети ОАО "Газпромнефть"			
9,464/11,242	126,71/125,866	243,96/240,49	361,2/355,1
Сети ОАО "ТНК-ВР"			
67,403/179,24	302,888/438,728	538,37/698,22	773,9/957,7
Сети ООО "НК" Роснефть"			
84,434/160,96	299,91/383,592	515,39/606,228	730,9/828,9
Сети ООО "ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь"			
— / —	128,246/96,458	319,67/293,1	511,1/489,7
Сети ОАО "Славнефть-Мегионнефтегаз"			
69,191/93,08	153,302/169,18	237,41/245,28	321,52/321,38
Сети ОАО "Сургутнефтегаз"			
— / —	0,9732/114,545	215,8/312,858	430,63/511,171
Итого:			
230,4919 /444,514	1012,029/1328,368	2070,61/2396,176	3129,18/3463,984

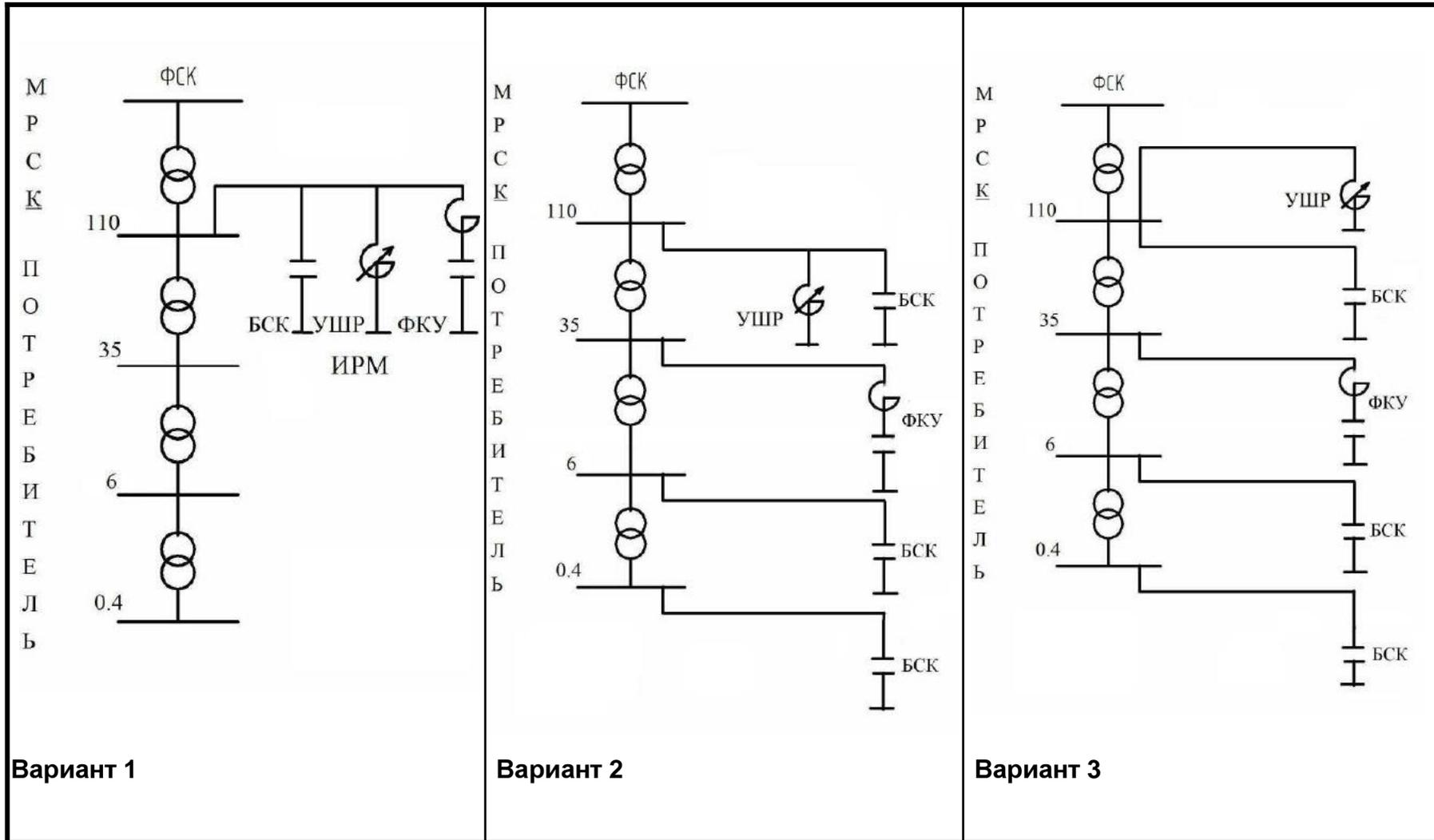
Потребность в устройствах плавного потребления реактивной мощности составляет около 1,5 ГВАр (для подстанций 25, 32, 40 МВА с токами к.з.  $\leq 5\text{кА}$ ), что обеспечивает

-автоматическую стабилизацию напряжения в узлах нагрузки;

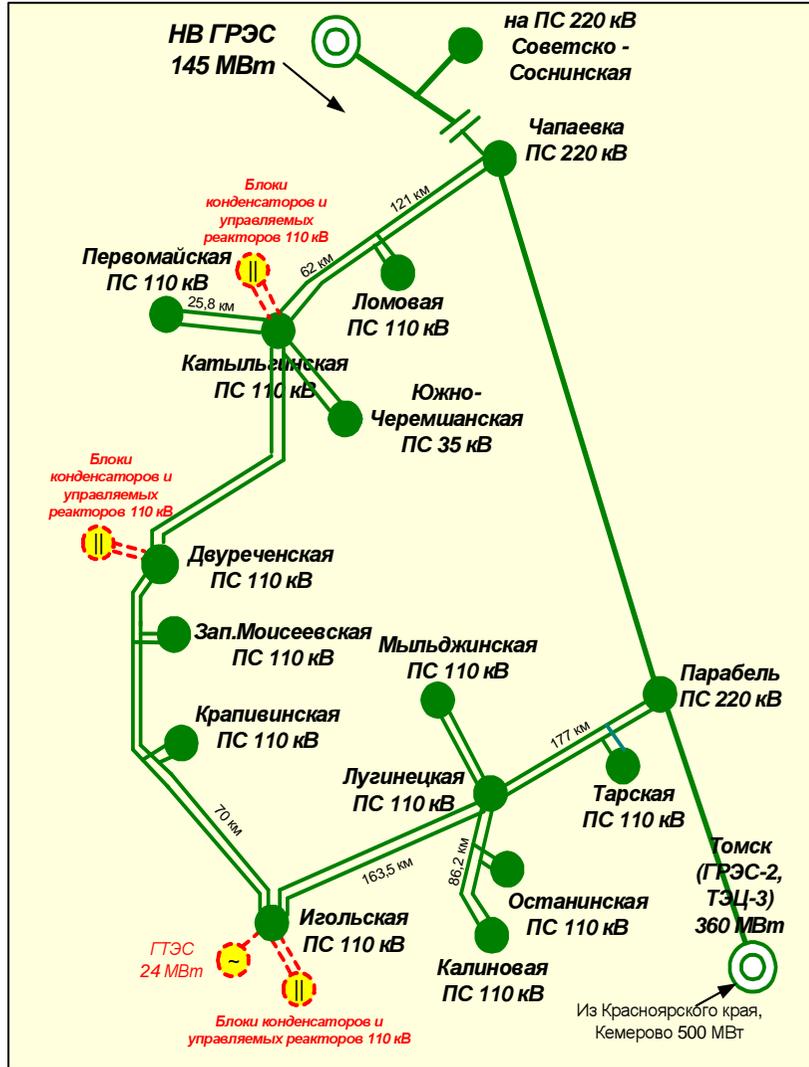
-снижение объема и времени недоотпуска электроэнергии при к.з. в сети 6-110 кВ;

- предотвращение лавины напряжений при аварийном сбросе нагрузки.

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



Эффективность применения УШР с БСК



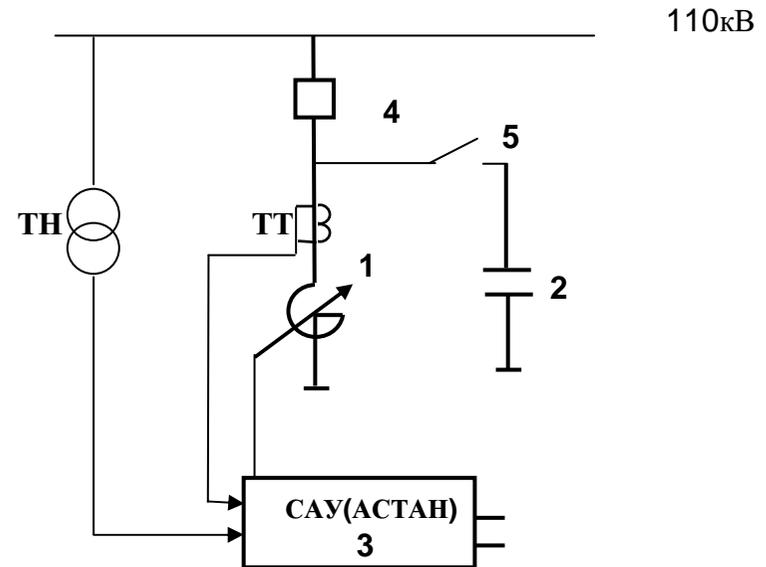
**ОПЫТ применения компенсирующих устройств на ПС-110кВ. «Игольская» и «Двуреченская» для электроснабжения нефтяных месторождений ОАО «Томскнефть» (Октябрь 2004г.- март 2005г.)**

1. К исходу 2003года на нефтяных месторождениях Южного Васюгана ОАО «Томскнефть» возникла кризисная ситуация. Пропускная способность электропередачи 110кВ «Парабель-Лугинецкая-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 «Двуреченская» 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 - Двуреченская - 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

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



- 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        | 25/25 МВАр |
| 3. Диапазон изменения мощности | ± 25 МВАр  |

**Заключение**

1. При загрузке сети 110 кВ около 50 % от проектной, значительная часть подстанций имеет заниженные рабочие напряжения (вплоть до предельно допустимых), что обусловлено повышенным уровнем реактивной мощности ( $\text{tg}\varphi$  от 0,4 и выше) и «слабой» сетью (более 30 % подстанций 110 кВ имеют токи к.з.  $\leq 5$  кА).
2. Компенсация реактивной мощности до уровня  $\text{tg}\varphi \leq 0,2$  позволяет поднять пропускную способность сети до проектного уровня при допустимых значениях напряжения сети в нормальных режимах.
3. Полная компенсация перетоков реактивной мощности,  $\text{tg}\varphi = 0$ , обеспечивает пропускную способность сети по условию предельно допустимого рабочего тока.
4. Перекомпенсация сети 110 кВ,  $\text{tg}\varphi \approx - 0,2$ , обеспечивает пропускную способность сети по условию предельно допустимого рабочего напряжения.
5. Дооснащение сети плавно управляемыми устройствами компенсации реактивной мощности, в первую очередь подстанций 110 кВ с токами к.з.  $\leq 5$  кА позволяет автоматизировать процесс стабилизации напряжения в узлах нагрузки по заданной уставке (технология FACTS).
6. Реализация мероприятий по стабилизации напряжений и компенсации реактивной мощности сети в объеме п.п. 1÷5 позволит не менее чем в 1,5 раза (дополнительно около 2,5 ГВА) повысить пропускную способность сети при одновременном снижении удельных потерь на 20÷30 %.