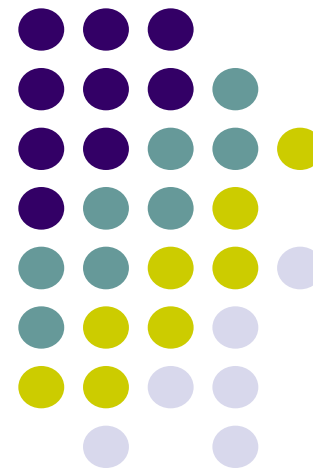


Реактивная мощность.

*Экономическая эффективность установки
Источников Реактивной Мощности (ИРМ) в
электрических сетях РСК и Потребителей*

г.Нижний Новгород
февраль 2008 г.





Межрегиональная распределительная сетевая компания Центра и Приволжья!

Открытое акционерное общество «Межрегиональная распределительная сетевая компания Центра и Приволжья» зарегистрировано в Нижнем Новгороде 28 июня 2007 года и является дочерним обществом ОАО РАО «ЕЭС России».

Создание ОАО «МРСК Центра и Приволжья» является неотъемлемой частью утвержденного плана реформирования российской электроэнергетики. Основная цель регистрации новой МРСК - создание операционной компании, занимающейся непосредственно производственной деятельностью.

В конфигурацию компании входят 9 распределительных сетевых компаний: ОАО «Владимирэнерго», ОАО «Ивэнерго», ОАО «Калугаэнерго», ОАО «Кировэнерго», ОАО «Мариэнерго», ОАО «Нижегородэнерго», ОАО «Рязаньэнерго», ОАО «Тулэнерго», ОАО «Удмуртэнерго».

Общая протяженность ЛЭП (с учетом кабельных линий) составляет 266 тыс. км.

Количество ТП 6-35/0,4 кВ - 58 677 единиц

Количество РП 6-10 кВ - 501 единица

Количество ПС 35 кВ и выше - 1539 единиц

Установленная трансформаторная мощность ПС 35 кВ и выше - 27,4 тыс. МВА

Проблема: отсутствие компенсации реактивной мощности!

Отсутствие заинтересованности в компенсации потребляемой реактивной мощности со стороны потребителей (отмена Правил пользования электрической и тепловой энергией), а также долговременный спад электропотребления и отсутствие необходимости в использовании источников реактивной мощности энергосистемами привели к исключению части источников реактивной мощности из общего баланса выработки электроэнергии.

В настоящее время, темпы роста производства и развития инфраструктуры городов, способствующие резкому увеличению энергопотребления, привели к значительным технологическим проблемам:

- к возрастанию потоков реактивной мощности в ЛЭП всех классов напряжения, в том числе в электрических сетях потребителей;
- к возникновению дефицита реактивной мощности в узлах нагрузки и, как следствие, к снижению напряжения на шинах нагрузок и подстанций и снижению запаса статической устойчивости нагрузки по напряжению;
- к увеличению до предельно допустимых значений загрузки ЛЭП и подстанций токами полной нагрузки и ограничению их пропускной способности по активной мощности из-за необоснованной загрузки реактивной мощностью;
- к существенному росту потерь активной мощности в электрических сетях и системах электроснабжения потребителей и значительному ухудшению технико-экономических показателей работы;

Проблема: отсутствие участия потребителей в регулировании режима по реактивной мощности!

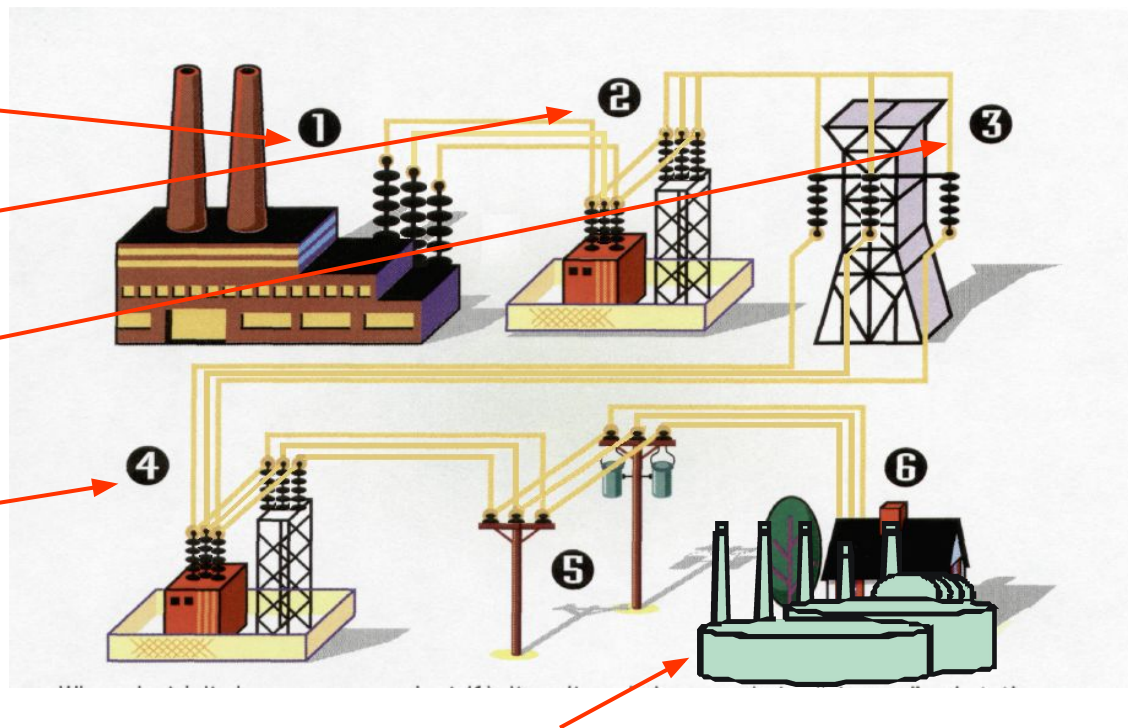
Снижение степени участия потребителей в регулировании режима работы энергосистемы по реактивной мощности привело к искусственно вызванному дефициту активной мощности в ряде узлов и в целых регионах, что, в свою очередь приводит к невозможности осуществлять присоединение новых потребителей или обеспечивать прирост потребления наращивающими свои производственные мощности потребителями, так как происходит дополнительная необоснованная загрузка электрооборудования Распределительных сетевых компаний и ОАО «ФСК ЕЭС» реактивной мощностью, поставляемой потребителям от генераторов электростанций или из сети 220-500 кВ.

Потоки реактивной мощности в энергосистеме

Генерируемая генераторами реактивная мощность передается в высоковольтные электрические сети.

В отличие от активной мощности реактивная мощность для потребителей не должна поставляться по линиям электропередачи высокого напряжения, так как это значительно увеличивает потери в сети и снижает пропускную способность ВЛ.

Регулирование напряжения в системе электроснабжения осуществляется изменением коэффициентов трансформации трансформаторов, реакторами, синхронными компенсаторами, батареями статических конденсаторов и т.п.



Нехватку реактивной мощности потребитель должен компенсировать собственными источниками реактивной мощности. Это выгодно всем: потребителям, электросетевым компаниям, ЕНЭС России и экономике России!

Распределительная сеть не должна быть загружена реактивной мощностью!

Повышенное потребление реактивной мощности электроприемниками или пониженный коэффициент мощности

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{P}{S}$$

Возрастание тока, протекающего через сеть

$$I = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} U}$$

Снижается пропускная способность сетей

Необходимость увеличения сечения проводов - удорожание

$$S = \frac{\rho I P^2}{\Delta P U^2 \cos^2 \varphi}$$

Увеличиваются потери активной мощности

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R$$

Перерасходуется электроэнергия на транспорт

Необходимость прокладки новых ЛЭП-удорожание

Увеличиваются потери напряжения

$$\Delta U = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U}$$

Снижается напряжение на шинах электроприемников

Дополнительное увеличение тока в электрической сети, которое приводит к еще большим потерям напряжения

Нехватка реактивной мощности – пониженное напряжение!

Изменение напряжения относительно номинального значения Уном оказывает неблагоприятное влияние на режимы работы, производительность и технико-экономические показатели всех элементов электрической системы.

В системе электроснабжения потребителей для минимизации вероятности отключений потребителей должен быть выдержан запас статической устойчивости нагрузки по напряжению.

Как показывает практика, это условие не выдерживается из-за пониженного уровня напряжения в установившихся режимах работы сети из-за перетоков реактивной мощности.

При пониженных напряжениях вероятность отключения потребителей при провалах напряжения значительно возрастает!

Глубокие провалы напряжения при КЗ в прилегающей сети – следствие нехватки реактивной мощности в энергоузле.

Нормативная база!

Ряд первоочередных задач по возобновлению работы, направленной на управление потоками реактивной мощности в распределительной электрической сети и нормализацию уровней напряжения, был определен Постановлениями Правительства Российской Федерации, Минпромэнерго Российской Федерации и рядом Приказов ОАО РАО «ЕЭС России», в том числе:

- ❖ *Постановление Правительства РФ от 31.08.2006 № 530 «Об утверждении правил розничного рынка электроэнергии и мощности и порядка ограничения потребителей»;*
- ❖ *Постановление Правительства РФ от 21.03.2007 г. №168 в части утверждения новой редакции Правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг, (утв. постановлением Правительства РФ от 27.12.04 г. №861);*
- ❖ *Приказ Минпромэнерго РФ от 22.02.2007 г. №49 «О порядке расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии, применяемых для определения обязательств сторон в договорах об оказании услуг по передаче электрической энергии (договорах энергоснабжения)»*
- ❖ *«Порядок расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии, применяемых для определения обязательств сторон в договорах об оказании услуг по передаче электрической энергии (договорах энергоснабжения)», утвержденный приказом Минпромэнерго РФ от 22.02.2007 г. №49*

Нормативная база!

Приложение к «Порядку расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии, применяемых для определения обязательств сторон в договорах об оказании услуг по передаче электрической энергии (договорах энергоснабжения)», утвержденный приказом Минпромэнерго РФ от 22.02.2007 г. №49 устанавливает предельные значения коэффициентов реактивной мощности $\text{tg}\varphi$ (отношение потребляемой реактивной мощности к активной $\text{tg}\varphi = Q/P$) по каждому уровню напряжения для потребителей с присоединенной мощностью 150 кВ и выше.

Положение точки присоединения потребителя к электрической сети	$\text{tg}\varphi$
напряжением 110 кВ (154 кВ)	0,5
напряжением 35 кВ (60 кВ)	0,4
напряжением 6-20 кВ	0,4
напряжением 0,4 кВ	0,35

Контроль за потреблением реактивной мощности и создание действенного механизма применения штрафных санкций при нарушении предельных значений потребления реактивной мощности, в соответствии с приказом Министерства промышленности и энергетики РФ от 22 февраля 2007 года № 49, достаточно точно определен в Правилах недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг.

После утверждения ФСТ РФ методических указаний по расчету повышающих коэффициентов к тарифу на услуги по передаче электрической энергии за превышение установленных договором значений соотношения потребления активной и реактивной мощности будет создан механизм, в результате действия которого потребители электрической энергии могут на много увеличить сумму счетов по оплате электроэнергии из-за высокого потребления реактивной мощности.

Направление!

Основные направления работы по компенсации реактивной мощности в зоне ответственности ОАО «МРСК Центра и Приволжья»:

- ✓ **Снижение потоков реактивной мощности в линиях и трансформаторах 35-220 кВ за счет установки устройств компенсации реактивной мощности на собственных подстанциях;**
- ✓ **Активная деятельность МРСК направленная на осуществление контроля за потреблением реактивной мощности и создание действенного механизма применения штрафных санкций при нарушении предельных значений потребления реактивной мощности, в соответствии с приказом Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации от 22 февраля 2007 года № 49**
- ✓ **Проведение целенаправленной работы с потребителями, направленной на компенсацию потребления реактивной мощности непосредственно в узлах нагрузок потребителей за счет включения в работу существующих и установки новых устройств компенсации реактивной мощности на уровне ГПП, потребительских ПС, ТП 6-10/0,4 кВ;**

Работа распределительных сетевых компаний

В сетевых компаниях зоны ответственности ОАО «МРСК Центра и Приволжья», разработаны целевые программы управления реактивной мощностью на период до 2012 года, в рамках которых еще в 2006 году стартовал базовый проект «Реактивная мощность – потери – экономика – надежность электроснабжения».

Анализ потокораспределения активной и реактивной мощностей Нижегородской энергосистемы, выявил, что $\text{tg}\varphi$ потребления по системе составил 0,62. Для приведения коэффициента мощности к 0,4 дополнительно к имеющимся, потребуется ввод в работу источников реактивной мощности в объеме 680 Мвар.

Проблемными энергоузлами, в части высокого потреблением реактивной мощности ($\text{tg}\varphi = 0.6-0.8$) являются территории области, в которых сосредоточены крупные промышленные предприятия металлообработки и литейные комбинаты:

- ✓ это в первую очередь – Заречная часть Н.Новгорода, где размещены крупные промышленные предприятия (Теплообменник, Станкозавод, Машиностроительный з-д, Красное Сормово, Авиационный з-д Сокол, Металлургический з-д)
- ✓ Павловский узел нагрузок – Павловский автобусный завод, заводы металлообработки и литейные;
- ✓ Балахнинский узел нагрузок – Целлюлозно-бумажный комбинат, Заволжский моторный завод.

Работа распределительных сетевых компаний

*В соответствии с работой института «Энергосетьпроект» г.Москва «Разработка схемы перспективного развития электрических сетей 35-500 кВ Нижегородской области на 2007-2015 гг.» – для обеспечения нормированных уровней напряжения в сети энергосистемы необходима установка дополнительных источников реактивной мощности в размере около **325 Мвар.***

*Установка источников реактивной мощности предлагается:
на шинах 110 кВ:*

ПС Урень – установленная мощность 52 Мвар (2010г.)

ПС Лысково – установленная мощность 52 Мвар (2012г.)

ПС Быструха – установленная мощность 52 Мвар (2015г.)

ПС Майдан – установленная мощность 52 Мвар (2015г.)

ПС Борская – установленная мощность 52 Мвар (2015г.)

на шинах 6,3-10,5 кВ :

ПС Свердловская – КРМ (УКЛ 56) – 4х7,6 Мвар. (2007-2008гг.)

ПС Кулебаки – КРМ (УКЛ 56) – 2х9,4 Мвар. (2007-2008гг.)

ПС Павлово – КРМ (УКЛ 56) – 2х6,3 Мвар. (2007-2008гг.)

Программа мероприятий по управлению реактивной мощностью ОАО "Нижновэнерго" на 2007-2011 г.г., скорректированная по итогам замеров 1 ноября 2007 г., предусматривает установку ИРМ на 13 подстанциях и РП

Компенсация реактивной мощности в сетях Потребителя

Наиболее действенным и эффективным способом снижения потребляемой из сети реактивной мощности является применение установок компенсации реактивной мощности (конденсаторных установок БСК). Наглядно это представлено на рисунках:



Стандартная коррекция коэффициента мощности



В общем случае, при установке БСК на шинах подстанций Потребителя, снижение суммарных затрат на оплату электроэнергии зависит от уровня компенсации реактивной мощности и величины тарифа. Эффективность компенсации реактивной мощности существенно повышается с ростом тарифов на электроэнергию и увеличением сменности работы оборудования.

Решение: Установка конденсаторных установок!

Использование конденсаторных установок для компенсации реактивной мощности – один из наиболее простых и эффективных способов энергосбережения в распределительных сетях.

Преимущества :

- ✓ **малые удельные потери активной мощности;**
- ✓ **отсутствие вращающихся частей;**
- ✓ **простой монтаж и эксплуатация;**
- ✓ **относительно невысокие капиталовложения;**
- ✓ **возможность подбора практически любой необходимой номинальной мощности БСК и регулирование компенсации;**
- ✓ **возможность установки и подключения в любой точке сети;**
- ✓ **отсутствие шума во время работы;**
- ✓ **небольшие эксплуатационные затраты;**

Эффективность – снижение потерь электроснабжения!

При выборе конденсаторной установки требуемая мощность конденсаторов может определяться как

$$Q_c = P \cdot (tg\varphi_1 - tg\varphi_2),$$

где $tg\varphi_1$ – коэффициент мощности потребителя до установки компенсирующих устройств;
 $tg\varphi_2$ – коэффициент мощности после установки компенсирующих устройств.

$$P \approx E_w/T$$

где E_w – показания счетчика активной энергии, кВт•ч;

E_q – показатель счетчика реактивной энергии, кВАр•ч;

T – период снятия показаний счетчиков электроэнергии, ч.

$$tg\varphi_1 = \frac{\sqrt{1 - \cos^2\varphi_1}}{\cos\varphi_1}$$

$$\cos\varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{(E_q/E_w)^2 + 1}}$$

Технико-экономический эффект, ожидаемый в результате применения конденсаторных установок, представлен в таблице

$\cos\varphi_1$, без компенсации	$\cos\varphi_2$ с компенсацией	Снижение величины тока и полной мощности, %	Снижение величины потерь электроэнергии, %
0,5	0,9	44	69
0,5	1	50	75
0,6	0,9	33	55
0,6	1	40	64
0,7	0,9	22	39
0,7	1	30	51
0,8	1	20	36

Конденсаторные установки 0.4 и 6-10 кВ!

Конденсаторные установки низкого напряжения регулируемые

Назначение: для повышения коэффициента мощности электрооборудования промышленных предприятий и распределительных сетей на напряжение 0,4 кВ частоты 50 Гц путем автоматического регулирования реактивной мощности.



Конденсаторные установки высокого напряжения регулируемые

Назначение: для повышения коэффициента мощности электрооборудования промышленных предприятий и распределительных сетей на напряжение 6-10 кВ частоты 50 Гц путем автоматического регулирования реактивной мощности.



Выводы!

Работа по улучшению показателей технико-экономической эффективности систем электроснабжения потребителей на основе управления потоками реактивной мощности и ее компенсации на месте потребления ВОЗМОЖНА И НЕОБХОДИМА!

- ✓ **позволит при производимой активной мощности снабжать дополнительных потребителей, то есть обеспечить прирост потребления активной мощности без увеличения ее дополнительного выработки;**
- ✓ **улучшит технико-экономическую эффективность систем электроснабжения как электросетевых компаний, так и самих потребителей;**
- ✓ **позволит присоединить потребителя там, где ранее было отказано или присоединить новых потребителей, там где компенсация реактивной мощности позволит это сделать;**
- ✓ **позволит потребителю прирастить свои производственные мощности без увеличения потребления из сети;**
- ✓ **повысит устойчивость электроэнергетических систем, систем электроснабжения и нагрузки потребителей при снижении и провалах напряжения в сети.**

Вам это необходимо!

- *снижение потерь электрической энергии;*
- *надежное и бесперебойное электроснабжение;*
- *обеспечение нормированных уровней напряжения;*
- *повышение пропускной способности сети предприятия;*
- *снижение затрат на оплату потребляемой электрической энергии;*
- *возможность расширения производства и увеличения присоединяемой мощности;*

- наиболее рациональный способ - компенсация потребляемой реактивной мощности предприятием путем установки новых и включения существующих источников реактивной мощности.

ОАО «МРСК Центра и Приволжья» со своей стороны готово оказать всестороннюю методическую и техническую поддержку в решении данного вопроса.