

Автор:

Илья Арзуманов

# СТАТКОМ – ОСНОВА РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

ПРОБЛЕМА КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ВСЕГДА ЗАНИМАЛА ВАЖНОЕ МЕСТО В ОБЩЕМ КОМПЛЕКСЕ ВОПРОСОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ, РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ. ОНА ВОЗНИКЛА ОДНОВРЕМЕННО С ПРИМЕНЕНИЕМ НА ПРАКТИКЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

# 99%

КПД  
РОССИЙСКОГО  
УСТРОЙСТВА  
СТАТКОМ

Для начала следует дать небольшую справку. Электроэнергия, протекающая по проводам и кабелям, имеет две составляющие: активную и реактивную. Активная составляющая идет на создание полезной работы и связана с преобразованием электрической энергии в другие виды энергии (механическую, тепловую, световую и т.д.). Реактивная энергия не связана с выполнением полезной работы, но она необходима для создания электромагнитного поля в индуктивных приемниках (например, в электродвигателях, трансформаторах и т.д.), циркулируя все время между источником тока и приемником. Реактивная мощность, протекая по элементам электрической сети, обладающей активным сопротивлением, вызывает дополнительные потери мощности и электрической энергии, и, как одно из следствий, снижается пропускная способность линий электропередачи. Это вынуждает увеличивать сечение проводов, прокла-

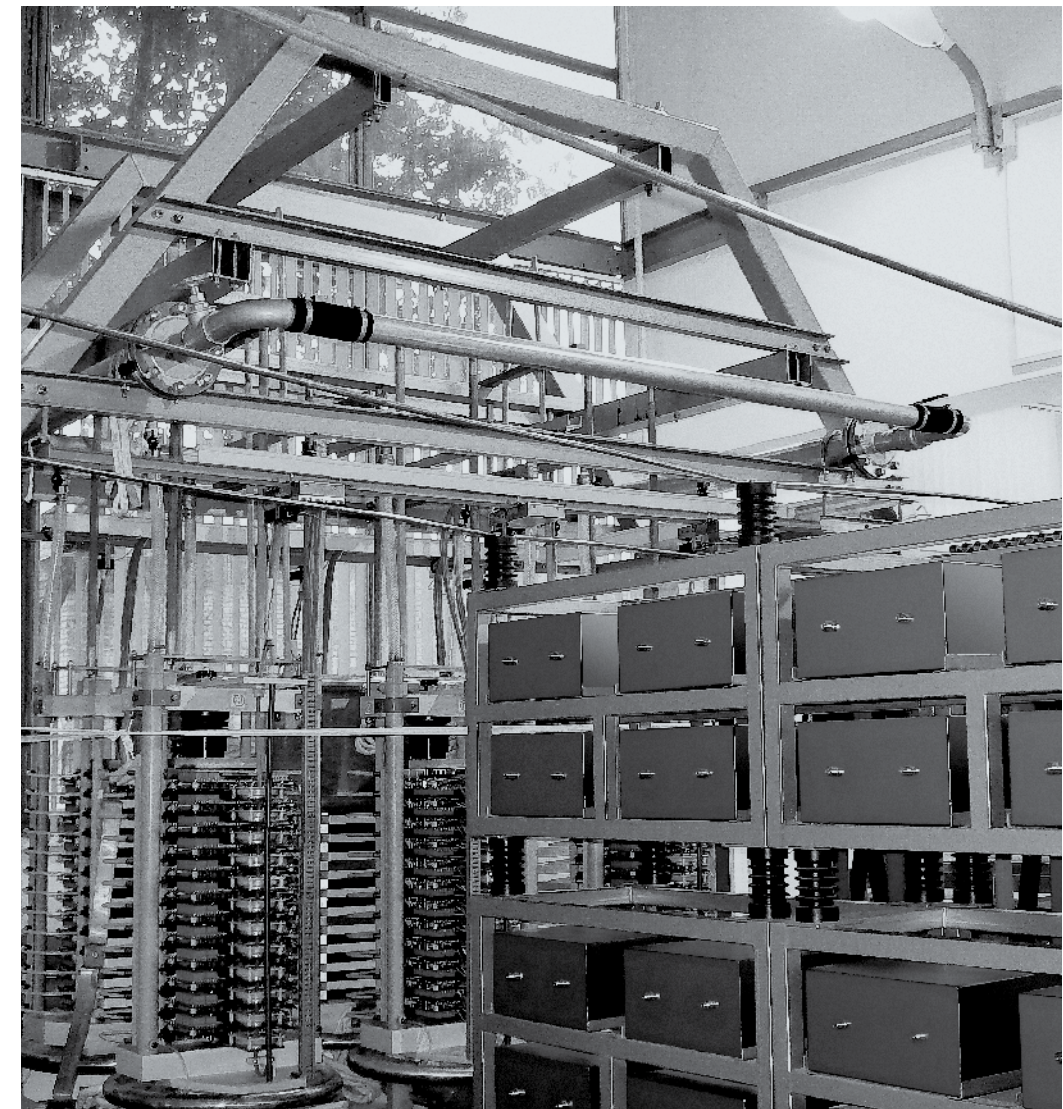
дывать дополнительные кабельные или воздушные линии. Соответственно, все оборудование по передаче и распределению энергии должно быть рассчитано на большие нагрузки.

Резюмируя все вышесказанное, можно выделить следующие аспекты влияния реактивной мощности на сеть в целом:

- ...
- ...
- ...

Острота проблемы компенсации реактивной мощности на современном этапе вызвана целым рядом обстоятельств. Во-первых, это концентрация и централизация генерирующих источников. Во-вторых, повсеместно осуществля-

.....  
.....  
.....



ется политика ресурсо- и энергосбережения. Снижение реактивной мощности, в том числе с помощью местных компенсирующих устройств, позволяет существенно снизить потери мощности и электрической энергии в сетях. В-третьих, в соответствии с нормами ГОСТ 13109-97 выдвигаются повышенные требования к качеству электрической энергии.

## КЛАССИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Общая схема компенсации реактивной мощности выглядит следующим образом: на участке цепи с индуктивной или емкостной нагрузкой устанавливается дополнительный источник реактивной мощности. Таким образом, обмен пото-

ками энергии происходит между этим источником и устройством на небольшом участке цепи, не проходя по основным сетям и, следовательно, не вызывая негативных последствий. Компенсация реактивной мощности позволяет снизить общие расходы на передачу электроэнергии, уменьшить загрузку элементов электрической сети (линий электропередачи, трансформаторов и др.), снизить тепловые потери в этих устройствах, уменьшить затраты за потребляемую электроэнергию, уменьшить несимметрию, высшие гармоники в сетях, следовательно, добиться большей экономичности и надежности. Сегодня для целей компенсации реактивной мощности применяются вращающиеся синхронные компенсаторы и статические устройства компенсации реактивной мощности. Общая тенденция состоит в замене вращающихся машин на статические устройства, которые бо-

лее удобны в эксплуатации. Компенсация реактивной мощности бывает двух типов: продольная и поперечная. При продольной компенсации в линию последовательно включаются компенсирующие устройства, как правило, регулируемые или нерегулируемые конденсаторные батареи, с целью уменьшения реактивного сопротивления электропередачи. Поперечная компенсация – это параллельное включение компенсирующих устройств в электрическую систему в целях изменения реактивных параметров линий электропередачи переменного тока и реактивной мощности, потребляемой в системе. В настоящее время основными современными средствами поперечной компенсации реактивной мощности являются статический тиристорный компенсатор (СТК), управляемый шунтирующий реактор (УШР), а также статические компенсаторы (СТАТКОМЫ), о которых



$$\sum P_i = 0; \sum Q_i = 0$$

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ВЫРАЖЕНИЕ БАЛАНСА АКТИВНЫХ И РЕАКТИВНЫХ МОЩНОСТЕЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ. ЗА СЧЕТ ЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ СТАБИЛЬНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ**

мы подробнее поговорим ниже.

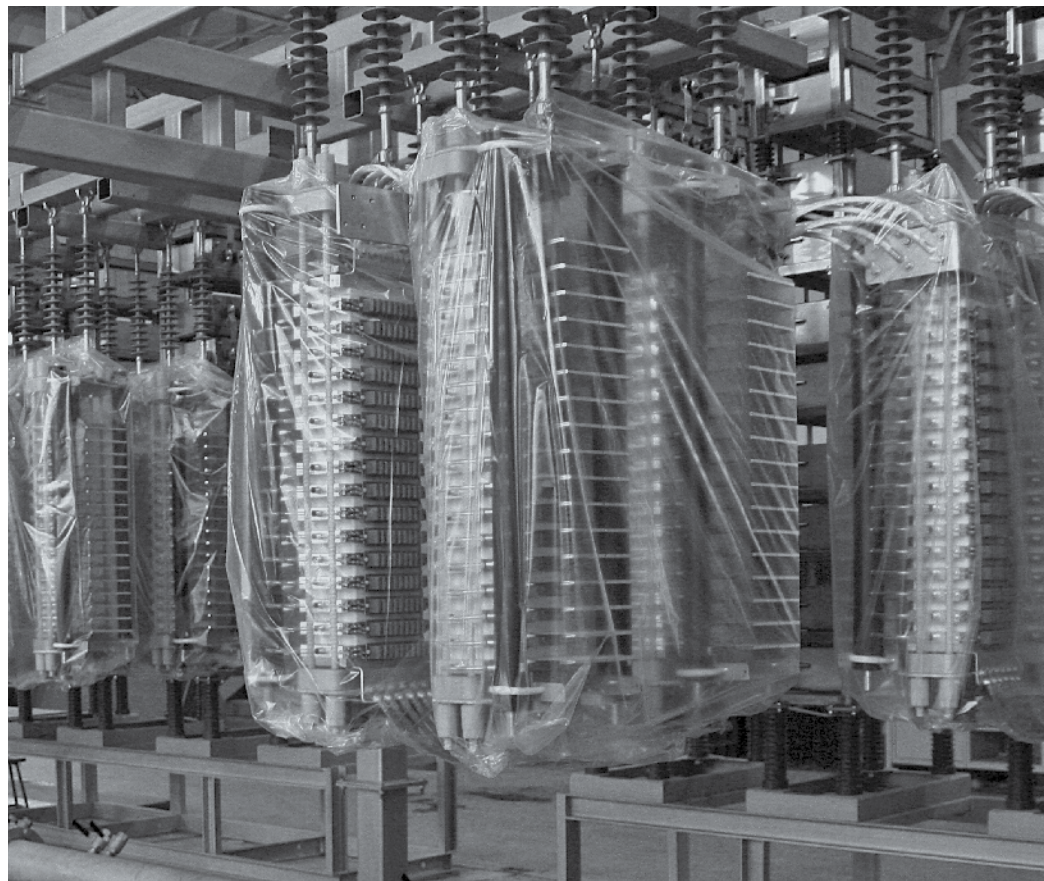
## СТАТИЧЕСКИЙ КОМПЕНСАТОР РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Развитие классических регулирующих устройств было тесно связано с достижениями в области полупроводниковой технологии, освоение которой происходило в 1970-х годах. Последующие

успехи в развитии полупроводниковой техники в 1990-х годах открыли пути к изготовлению запираемых тиристоров, транзисторов и быстродействующих диодов. Новая элементная база дала возможность приступить к созданию и освоению в производстве нового класса мощных преобразователей – преобразователей напряжения. Одно из наиболее эффективных регулирующих устройств – параллельно подключенный к шинам подстанции пре-

образователь напряжения, выполняющий функции компенсатора реактивной мощности. Такое решение было названо STATCOM (СТАТКОМ). СТАТКОМ – статический компенсатор реактивной мощности. Он предназначен для регулирования реактивной мощности в широких пределах ( $\pm 100\%$ ). Упрощенно СТАТКОМ – это устройство на управляемых силовых элементах силовой электроники (запираемых тиристорах или транзисторах), подключаемое через трансформатор к сети. Главное свойство СТАТКОМа – способность регулировать фазу тока относительно фазы напряжения как в сторону опережения, так и в сторону отставания, благодаря чему удается регулировать реактивную мощность как индуктивного, так и емкостного характера без применения реактивных катушек и конденсаторов, рассчитанных на полную требуемую мощность, как это делается в традиционных устройствах компенсации реактивной мощности (СТК, УШР и т.д.). Благодаря этому существенно снижаются габариты устройства СТАТКОМ по сравнению с существующими, повышается быстродействие, обеспечивается высокая экономичность. За рубежом СТАТКОМы стали создаваться примерно с 1980 года рядом японских и европейских компаний. Пер-

СТАТКОМ (3 фазы)



$$P = ((U_1 \cdot U_2) / X_L) \sin \delta$$

**КЛАССИЧЕСКОЕ ВЫРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ – ПРОСТЕЙШАЯ СХЕМА С ДВУМЯ ИСТОЧНИКАМИ НАПЯЖЕНИЯ  $U_1$  И  $U_2$ , ЛИНИЕЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ  $X_L$  И СДВИГОМ ПО ФАЗЕ  $\delta$  МЕЖДУ ЭТИМИ НАПЯЖЕНИЯМИ**

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СТАТКОМОВ В РОССИИ

Современные устройства СТАТКОМ изготавливаются на базе биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT, Integrated Gate Bipolar Transistor), в которых, в отличие от тиристоров, регулирование реактивной мощности осуществляется с помощью систем управления в пределах  $\pm 100\%$  номинальной мощности. В 2006 г. ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» совместно с НПЦ «Энерком-сервис» в рамках программы реконструкции электрических сетей ОАО «ФСК ЕЭС» разработали и изготовили первый в России СТАТКОМ напряжением 15,75 кВ переменного тока и мощностью 50 Мвар. В первом отечественном СТАТКОМе применена система управления релейной защиты и автоматики собственной разработки. IGBT-транзисторы в составе СТАТКОМов – импортные производства фирмы ABB. Пилотный образец СТАТКОМа мощностью  $\pm 50$  Мвар на напряжение 15,75 кВ

прошел стендовые испытания на номинальные параметры и был введен в эксплуатацию на подстанции 330/400 кВ «Выборгская» в Ленинградской области. Это позволило повысить надежность работы существующей вставки постоянного тока, обеспечивающей экспорт электроэнергии в Финляндию. Кроме того, в ходе эксплуатации были подтверждены заявленные технические характеристики:

- номинальная мощность  $\pm 50$  Мвар;
- номинальное напряжение 15,75 кВ;
- номинальный ток 1,5 кА;
- номинальная частота 50 Гц;
- номинальный коэффициент трансформации 480;
- номинальный коэффициент мощности 0,96%;
- номинальный коэффициент гармоник 1,5%.

**СТАТКОМ – ЭТО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПЯЖЕНИЯ НА УПРАВЛЯЕМЫХ СИЛОВЫХ ТИРИСТОРАХ (ИЛИ ТРАНЗИСТОРАХ), ВКЛЮЧЕННЫЙ ЧЕРЕЗ ТРАНСФОРМАТОР ПАРАЛЛЕЛЬНО ЛИНИИ В УЗЛЕ СЕТИ, К КОТОРОМУ ПОДКЛЮЧЕНА ЛИНИЯ. ПРИНЦИП РАБОТЫ СТАТКОМА ИДЕНТИЧЕН ПРИНЦИПУ РАБОТЫ АГРЕГАТОВ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ. ГЛАВНОЕ СВОЙСТВО СТАТКОМА – СПОСОБНОСТЬ ГЕНЕРИРОВАТЬ ТОК ЛЮБОЙ ФАЗЫ ОТНОСИТЕЛЬНО НАПЯЖЕНИЯ СЕТИ**

СТАТКОМ (3 фазы)

На базе СТАТКОМа может быть создан так называемый активный фильтр для компенсации высших гармоник в сети. Компенсация обеспечивается созданием в цепи СТАТКОМа гармоник тока, мгновенные значения которых равны по абсолютной величине, но противоположны по знаку мгновенным значениям гармоник в сети. Использование СТАТКОМа в качестве так называемого активного фильтра гармоник позволяет в 30–100 раз уменьшить уровень нежелательных гармоник в сети переменного тока и отказаться от использования мощных пассивных фильтров. СТАТКОМ обладает высоким быстродействием, малым содержанием высших гармоник, малыми габаритами, может использоваться в любых сетях. СТАТКОМ имеет высокую надежность, малые габариты, малую стоимость, высокую эффективность, малую индуктивную реактивную мощность «вход» и «выход».

– О чем вы говорите? Это же просто трансформатор!

– Наш СТАТКОМ является совершенным устройством, регулирующим напряжение в сетях. Его решающее преимущество в том, что он построен на базе транзисторов, что, как уже отмечалось, обеспечивает компактность, быстродействие и надежность. Вот это главное свойство СТАТКОМа.



1980

ГОД УСТАНОВЛЕНИЯ ПЕРВОГО СТАТКОМА КОМПАНИЕЙ MITSUBISHI

— Но почему именно Mitsubishi? Почему именно в 1980 году?

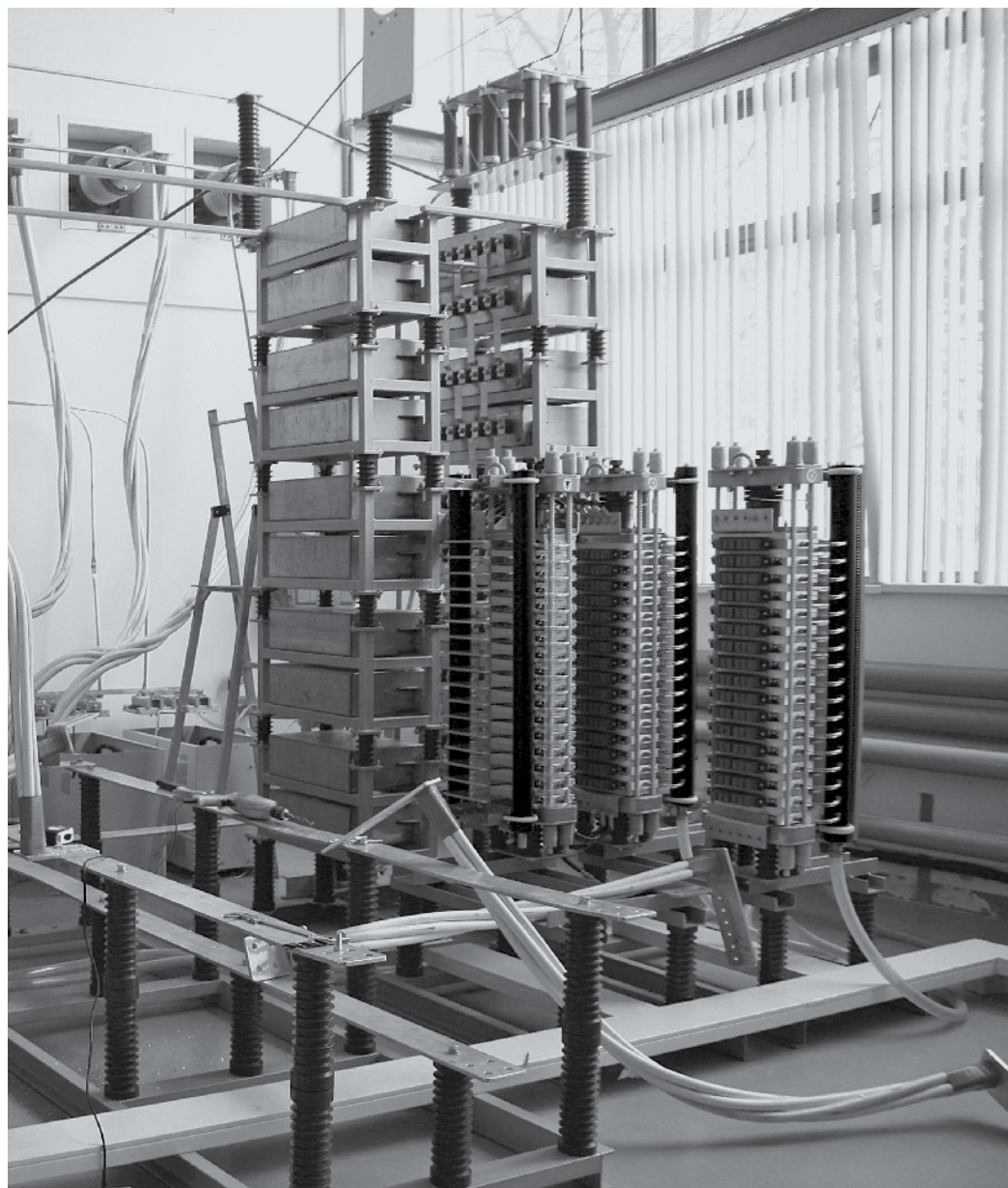
— Не только это, но и совершенная система контроля, защиты и управления, конструктивные решения, обеспечивающие малые потери. Мы сконструировали СТАТКОМ на базе современных транзисторов IGBT. У нас они не выпускаются, хотя за рубежом их производство освоено. Основной производитель — шведско-швейцарская компания ABB. Но сама разработка СТАТКОМа — это наша заслуга, в нем заложены такие характеристики, как высокая экономичность, отсутствие потерь, надежность и другие полезные качества. Наша фирма и ABB — единственные производители СТАТКОМа на транзисторах. В настоящее время, как уже

отмечалось, разработкой и изготовлением СТАТКОМов занимаются и другие фирмы. На мой взгляд, их технические решения уступают нашим. Я считаю, что это очень большое достижение нашего института и вообще России.

— Почему именно вы? Почему именно вы?

— Сейчас транзисторы можно купить свободно за рубежом, поэтому у нас, как у разработчика, проблем с ними нет — мы же покупаем, например, компьютеры. Так что это вопрос не электроэнергетики, а электронной промышленности. Перспективы всегда есть — реальных действий пока недостаточно. Чтобы создавать эти приборы, нужно иметь современное

СТАТКОМ  
СТАТКОМ  
«СТАТКОМ»



## СТАТКОМ НТЦ ФСК ЕЭС — НАИБОЛЕЕ СОВЕРШЕННОЕ УСТРОЙСТВО, РЕГУЛИРУЮЩЕЕ НАПРЯЖЕНИЕ В СЕТЯХ. ЕГО РЕШАЮЩЕЕ ПРЕИМУЩЕСТВО В ТОМ, ЧТО ОН ПОСТРОЕН НА БАЗЕ ТРАНЗИСТОРОВ, А НЕ ТИРИСТОРОВ

производство, абсолютно герметичное, идеально чистое, очень дорогое. Завод должен соответствовать мировым стандартам, быть идеально чистым как операционная в больнице, потому что кремний не терпит примесей. В Санкт-Петербурге в институте им. академика Иоффе под руководством академика РАН Грехова проводится разработка отечественных IGBT-приборов. Будем надеяться, что в скором времени появятся отечественные IGBT-транзисторы.

— Почему именно вы? Почему именно вы?

— На объектах СТАТКОМ решает проблему регулирования реактивной мощности и обеспечивает надежную и устойчивую работу сети, особенно в аварийных режимах, поэтому экономически он оправдан, несмотря на относительно высокую стоимость. Да, сейчас СТАТКОМ дороже прочих решений, но в перспективе, по оценкам наших и зарубежных специалистов, его цена будет ниже. При нынешней, довольно высокой цене его окупаемость составляет 6–7 лет для ПС «Выборгская», где он установлен.

— Почему именно вы? Почему именно вы?

— По поручению Федеральной сетевой компании мы провели анализ примерно десяти объектов. Оказалось, что в Выборге существует проблема регулирования реактивной мощности вставки постоянного тока, осуществляющей связь энергетики России и Финляндии. Для работы этой вставки и компенсации реактивной мощности в примыкающих сетях России и Финляндии были установлены с финской стороны два вращающихся синхронных компенсатора по 160 МВА каждый, а с российской — два синхронных компенсатора по 100 МВА каждый.

Синхронные компенсаторы с финской стороны подключаются через трансформаторы к сети 400 кВ, а компенсаторы с российской стороны — к сети 330 кВ. Оказалось, что в определенных режимах, в частности в аварийных и послеаварийных, этих компенсаторов недостаточно, поэтому использование СТАТКОМа оказалось востребованным. Немаловажную роль играет то, что подстанция имеет опытный персонал, способный быстро обнаруживать возникающие при работе СТАТКОМа проблемы. Ведь, поскольку это первое изделие, нам важно как можно больше недостатков выявить и учесть. Ну, и последний немаловажный момент — Выборг близко. Исходя из этих соображений в 2010 году СТАТКОМ был отправлен в Выборг, и примерно уже полгода, как он включен в эксплуатацию.

— Почему именно вы? Почему именно вы?

— Эксплуатация происходит вполне успешно. СТАТКОМ может работать в обе стороны: если передается энергия в Финляндию, его подключают на финской стороне, если идет реверс мощности, его подключают к нашей стороне.

— Почему именно вы? Почему именно вы?

— В настоящее время ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» совместно с ООО «Энерком-Сервис» и ОАО «Союз-Сеть» разрабатывают вставку постоянного тока на основе СТАТКОМов для объединения энергосистем Сибири и Дальнего Востока. Такие вставки будут установлены на ПС «Могоча», что обеспечит надежность взаимной работы объединенной энергосети и позволит обеспечить надежное электроснабжение потребителей и прежде всего Забайкальской железной дороги.

В составе вставки постоянного тока с каждой стороны (Сибири и Дальнего Востока) используются два блока по 100 МВА каждый, выполненных

## РЕАКТИВНАЯ МОЩНОСТЬ

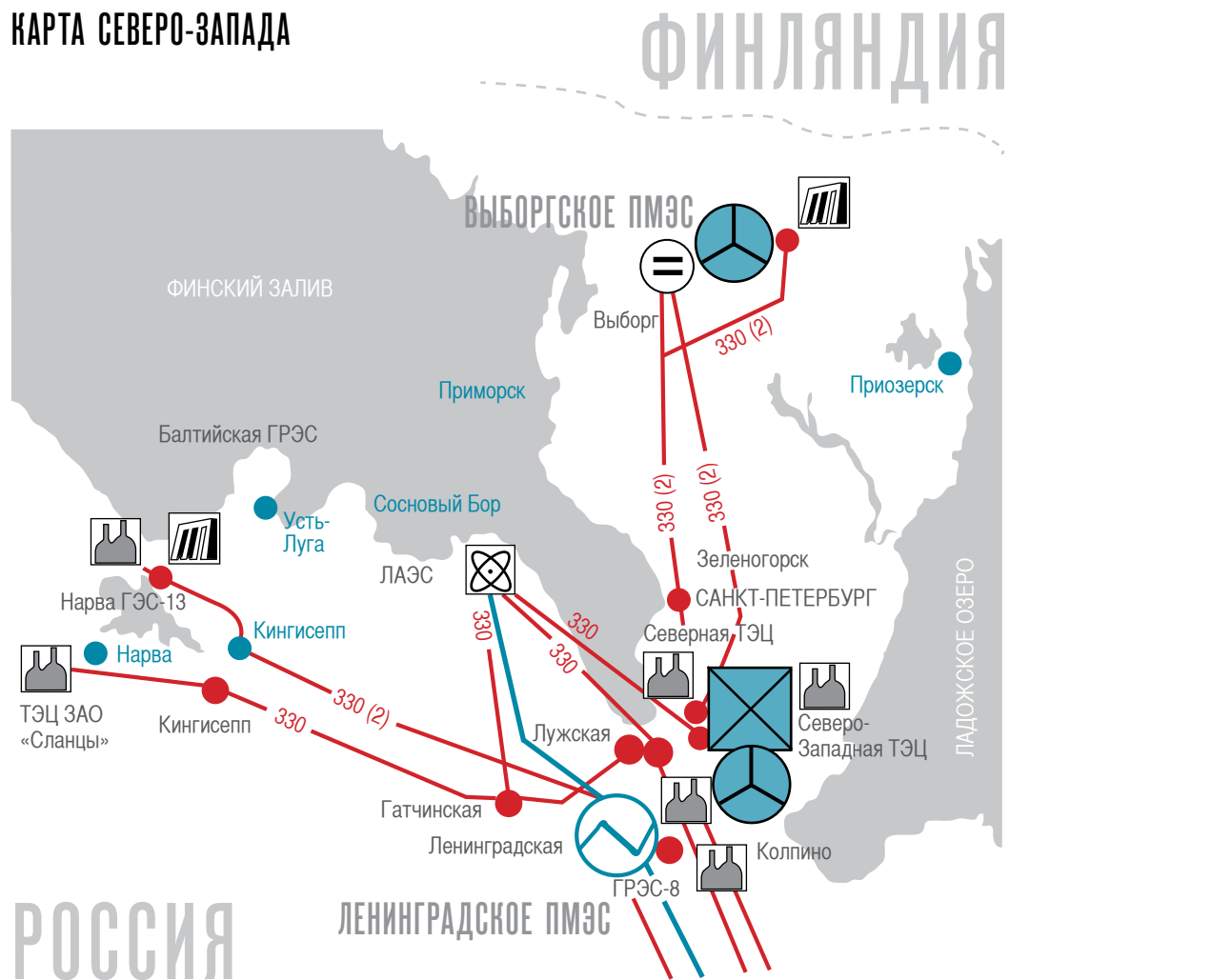
Элементы распределительной сети (линии электропередачи, повышающие и понижающие трансформаторы) имеют продольное индуктивное сопротивление. Одной из особенностей индуктивности является свойство сохранять неизменным протекающий через нее ток — т.е. при протекании тока через индуктивность появляется фазовый сдвиг, ток отстает от напряжения.

За счет части передаваемой по линии мощности создаются колебательные движения между сопротивлением и источником тока, магнитные поля в индуктивном сопротивлении. Эта часть мощности называется реактивной, при передаче по сети она не совершает полезной работы, а полностью расходуется на потери, дополнительную нагрузку линий, что приводит к их изнашиванию. Доля мощности, расходуемой на потери, т.е. реактивной мощности, напрямую зависит от величины индуктивного сопротивления распределительной сети.

Таким образом, наличие реактивной мощности при передаче тока по сети является паразитическим фактором, неблагоприятным для сети в целом. Кроме того, протекая по кабелям и обмоткам трансформаторов, реактивный ток снижает долю протекающего по ним же активного тока, происходят перепады напряжения в электрических линиях — к примеру, 330–370 В вместо 380 В и, как следствие, снижается качество электрической энергии, поступающей к потребителю. В соответствии с современными правилами расчета за электроэнергию, потребитель вынужден платить как за потребленную из сети реактивную мощность, так и за активные потери от ее протекания по сети.

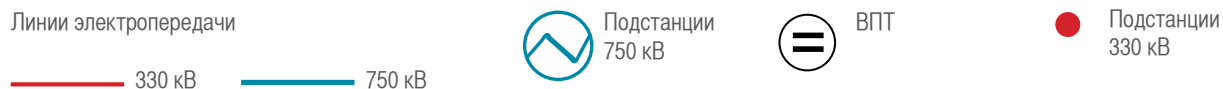
Сегодня транспортировка реактивной мощности по распределительным сетям от центров питания к потребителям превращается в сложную технико-экономическую проблему, затрагивающую как вопросы экономичности, так и вопросы надежности систем электроснабжения. Как важное мероприятие для снижения потерь электрической энергии в сетях, а так же для регулирования напряжения, применяется компенсация реактивной мощности.

КАРТА СЕВЕРО-ЗАПАДА



РОССИЯ

Условные обозначения

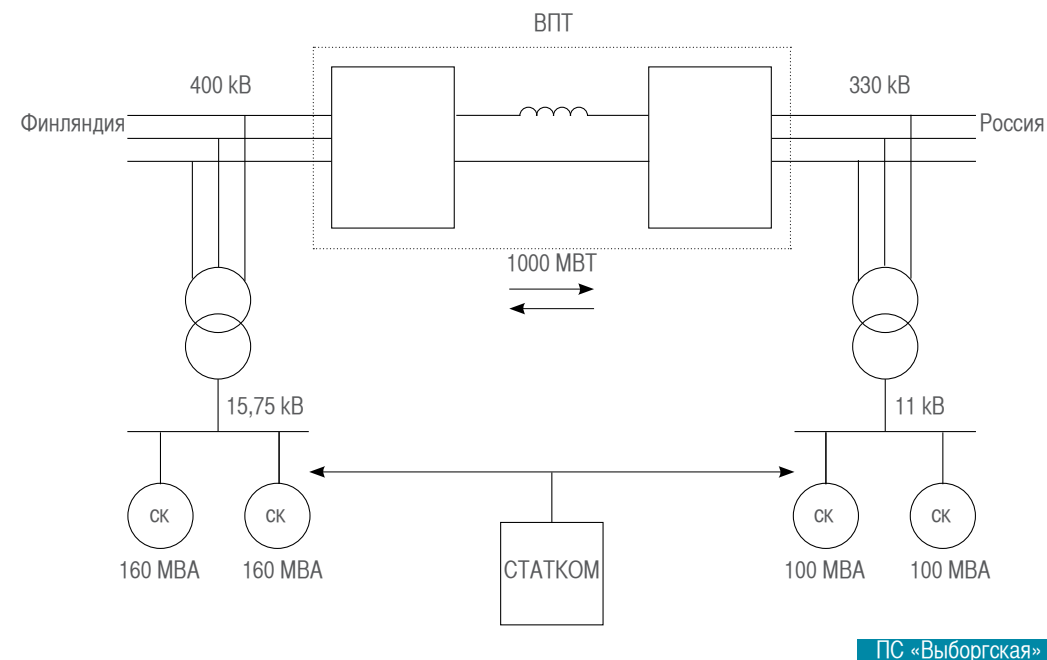


на основе СТАТКОМов, напряжением 35 кВ. Сейчас выполняются необходимые строительные работы, идет поставка оборудования. Ввод в эксплуатацию этой вставки намечен на нынешний год. Второй проект – это соединение Сибири с Дальним Востоком еще в одной точке, на северном БАМе – подстанции «Хани». Он будет такой же, как и в Могоче: четыре СТАТКОМа, по два на каждой стороне мощностью по 100 МВА каждый.

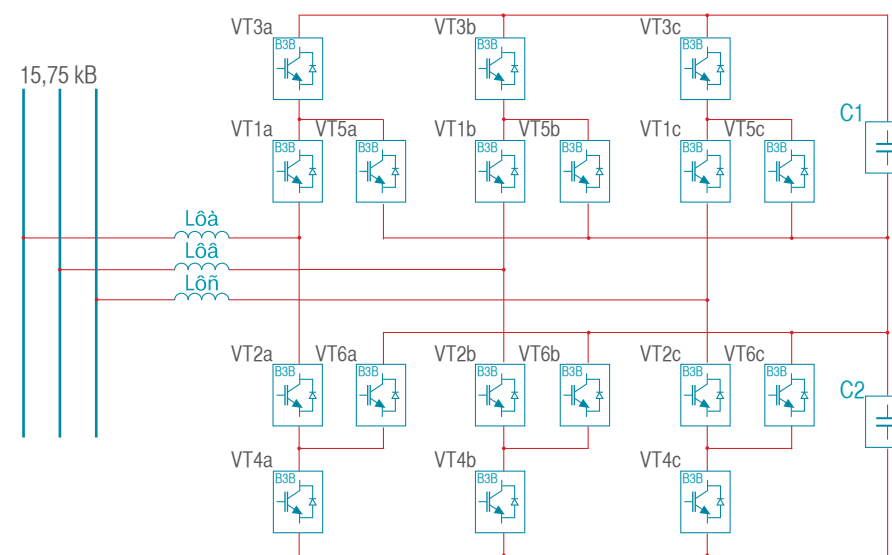
Это серьезные проекты. Мы стараемся идти вровень с лидерами рынка. АBB, например, сделала передачу Финляндия-Эстония на 260 МВА, которая успешно работает. Так что отставать нельзя.  
 – О проекте «Хани» мы уже говорили?  
 – В стадии обсуждения, но он попал в инвестиционную программу ФСК ЕЭС на 2015–2017 годы.

– О проекте «Хани» мы уже говорили?  
 – Отдельно СТАТКОМ, без вставки, может применяться примерно на 7–8 объектах ОАО «ФСК ЕЭС» в связи с их реконструкцией. Стоит, конечно, учесть, что СТАТКОМы пока дорогостоящее оборудование, поэтому необходимо грамотное технико-экономическое обоснование их применения.

ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМА ПС 330/400 КВ «ВЫБОРГСКАЯ»



ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМА СТАТКОМА 50 МВАР, 15,75 КВ ДЛЯ ПС 330/400 КВ «ВЫБОРГСКАЯ»



– О проекте «Хани» мы уже говорили?  
 – В металлургии. Для металлургов очень важно, чтобы напряжение оставалось постоянным, когда идет

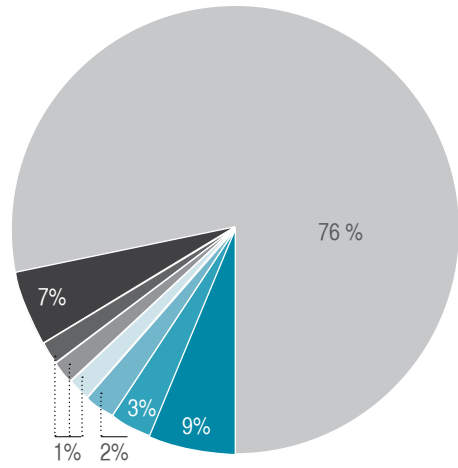
прокат. Более того, процессы там происходят очень быстро, практически мгновенно, поэтому СТАТКОМ необходим. Мало того, СТАТКОМ может использоваться на этих объектах как активный фильтр. Данное свойство вставки активно исполь-

зуется за рубежом и для железных дорог.  
 – О проекте «Хани» мы уже говорили?  
 – У нас пока нет. Хотя металлурги покупают за рубежом почти все

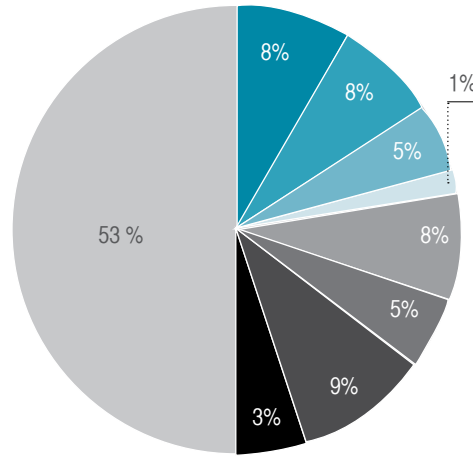


## СОТНОШЕНИЕ НЕРЕГУЛИРУЕМЫХ УСТРОЙСТВ КОМПЕНСАЦИИ Q И FACTS В УПРАВЛЕНИИ РЕЖИМАМИ И УРОВНЯМИ НАПРЯЖЕНИЯ ЕНЭС

на 2007 г., в %



на 2012 г., в % (прогноз)



- Нерегулируемые источники Q
- УШР
- СТАТКОМ
- СТК
- ВПТ
- АСТГ
- УПК
- ВРГ

- Нерегулируемые источники Q
- УШР
- СТАТКОМ
- СТК
- ВПТ
- АСТГ
- АСК
- УПК
- ВРГ

### IGBT

IGBT имеет три внешних вывода: эмиттер, коллектор, затвор. Включение и выключение осуществляется подачей и снятием положительного напряжения между затвором и истоком. Процесс включения IGBT можно разделить на два этапа: после подачи положительного напряжения между затвором и истоком происходит открытие полевого транзистора (формируется канал между истоком и стоком). Движение зарядов приводит к открытию биполярного транзистора и возникновению тока от эмиттера к коллектору. Таким образом, полевой транзистор управляет работой биполярного.

оборудование, СТАТКОМ пока не покупали. Дело в том, что у нас довольно либеральные стандарты качества напряжения. За рубежом есть стандарт по количеству гармоник, и, пока ты его не удовлетворишь, подключение тебе запрещают. Но рано или поздно проблема компенсации станет весьма актуальной. Я думаю, что к необходимости решения этой проблемы наша страна рано или поздно придет обязательно. И СТАТКОМ окажется отличным решением.

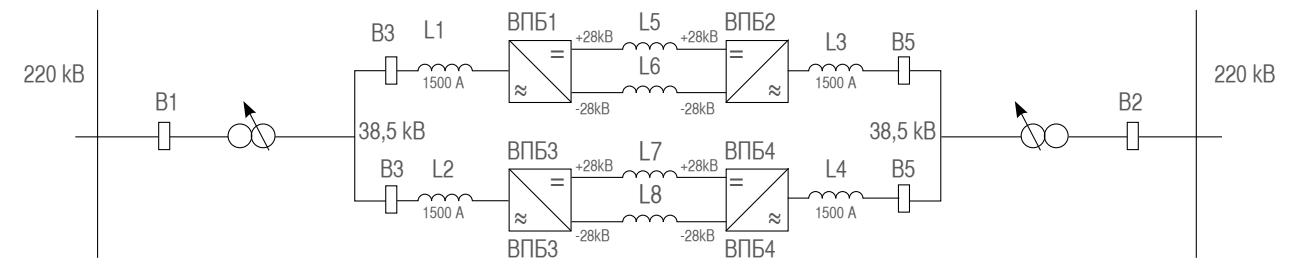
— Но сейчас рынок не готов к покупке СТАТКОМов? Или это связано с тем, что пока нет стандартов по качеству напряжения? Или это связано с тем, что пока нет стандартов по количеству гармоник?

— Либо такое устройство за плату ставит сетевая компания. А у нас... вот

мы предлагали железнодорожникам эти технологии для гашения гармоник. На железных дорогах очень плохое качество напряжения, потому что, когда электропоезда идут, они создают гармоники. Железнодорожники нам сказали, что идея отличная. И все, реальных действий никто не предпринял. Через эту призму контроль качества напряжения станет необходимым, что предопределяет достаточно широкое применение СТАТКОМов как для компенсации мощности, так и для фильтрации.

— Схема каждого СТАТКОМа проектируется под конкретный объект в зависимости от того, с какими мощностями и напряжениями приходится иметь

## ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС НА ОСНОВЕ СТАТКОМА (ПС 220 кВ «МОГОЧА»)



### ЭФФЕКТ:

- повышение общей надежности ОЭС Востока и ОЭС Сибири;
- улучшение электроснабжения Восточно-Сибирской железной дороги, работа на выделенную нагрузку;
- обеспечение заданного перетока активной мощности в обоих направлениях;
- регулирование напряжения (мощности) в широком диапазоне.

дело, хотя система управления для всех устройств общая.

— А сейчас рынок не готов к покупке СТАТКОМов? Или это связано с тем, что пока нет стандартов по качеству напряжения? Или это связано с тем, что пока нет стандартов по количеству гармоник?

— Во всех сетях необходима устойчивость, поддержание высокого качества напряжения, помощь системе при авариях. Хотя можно говорить о проблемах, которые стоят острее в той или иной сети на данный момент. На европейской территории сети довольно сильные, поэтому с устойчивостью все более-менее нормально, а вот с регулированием напряжения есть проблемы. Самые слабые сети за Уральским хребтом — в Сибири, и чем дальше, тем слабее. Там очень много тяжелых проблем, связанных с устойчивостью, с качеством, с напряжением: расстояния большие, линии слабые. Поэтому основной вектор развития идет в сторону слабых сетей. Кроме того, СТАТКОМ очень нужен в сетях низкого напряжения, ведь у нас чем ниже напряжение, тем хуже сети. Там сейчас СТАТКОМ не используется.

На самом деле рынок большой, просто он не до конца сформирован. В центре, например, много производств, много ответственных потребителей.

— Одно устройство не может быть панацеей от всех трудностей. В деревнях проблема останется, потому что, если у вас между деревнями проложена 400-вольтовая линия на деревянных столбах, которые при любом ветре падают, СТАТКОМ вам не поможет. Это разные вопросы. С помощью СТАТКОМа вы можете обеспечить стабильность и высокое качество напряжения в линиях, которые стоят. На самом деле надо просто ставить хорошие надежные опоры и дублировать линии. Хотя если, например, существуют основная и дублирующая линии, то в случае аварийного отключения одной устройства на базе силовой электроники (СТАТКОМ и др. способы) быстро увеличивают мощность на оставшейся линии и обеспечивают надежное электропотребление. Нужны не только и не всегда дополнительные сооружения, но и продольные и поперечные устройства компенсации, создаваемые на базе СТАТКОМов, то есть на базе современного силового оборудования.

### FACTS (FLEXIBLE ALTERNATIVE CURRENT TRANSMISSION SYSTEMS)

комплекс технических и информационных средств автоматического управления параметрами линий электропередачи

#### Назначение устройств FACTS:

- повышение пропускной способности линий электропередачи;
- обеспечение устойчивой работы энергосистемы при различных возмущениях;
- обеспечение заданного (принудительного) распределения мощности в электрических сетях в соответствии с требованиями диспетчера;
- повышение надежности энергосбережения потребителей;
- снижение потерь в электрических сетях;
- решение задачи по превращению электрической сети из «пассивного» устройства транспорта электроэнергии в «активный» элемент управления режимами работы.