



Опыт развития регионального рынка электроэнергии на Балканах

Заседание Координационного комитета
по энергетическому сектору
4-5 сентября 2014 г.
Пекин, Китай

Снежана Михайлович



Elektroenergetski Koordinacioni Centar d.o.o.
«Electricity Coordinating Center Ltd.»
V. Stepe 412, 11040 Belgrade 33, Serbia
www.ekc-ltd.com

Обзор объединённой энергетической системы Балкан



Энергосистема Балкан (юго-восток Европы)

Синхронные зоны в Европе



Балканы –
полуостров на юго-
востоке Европы.

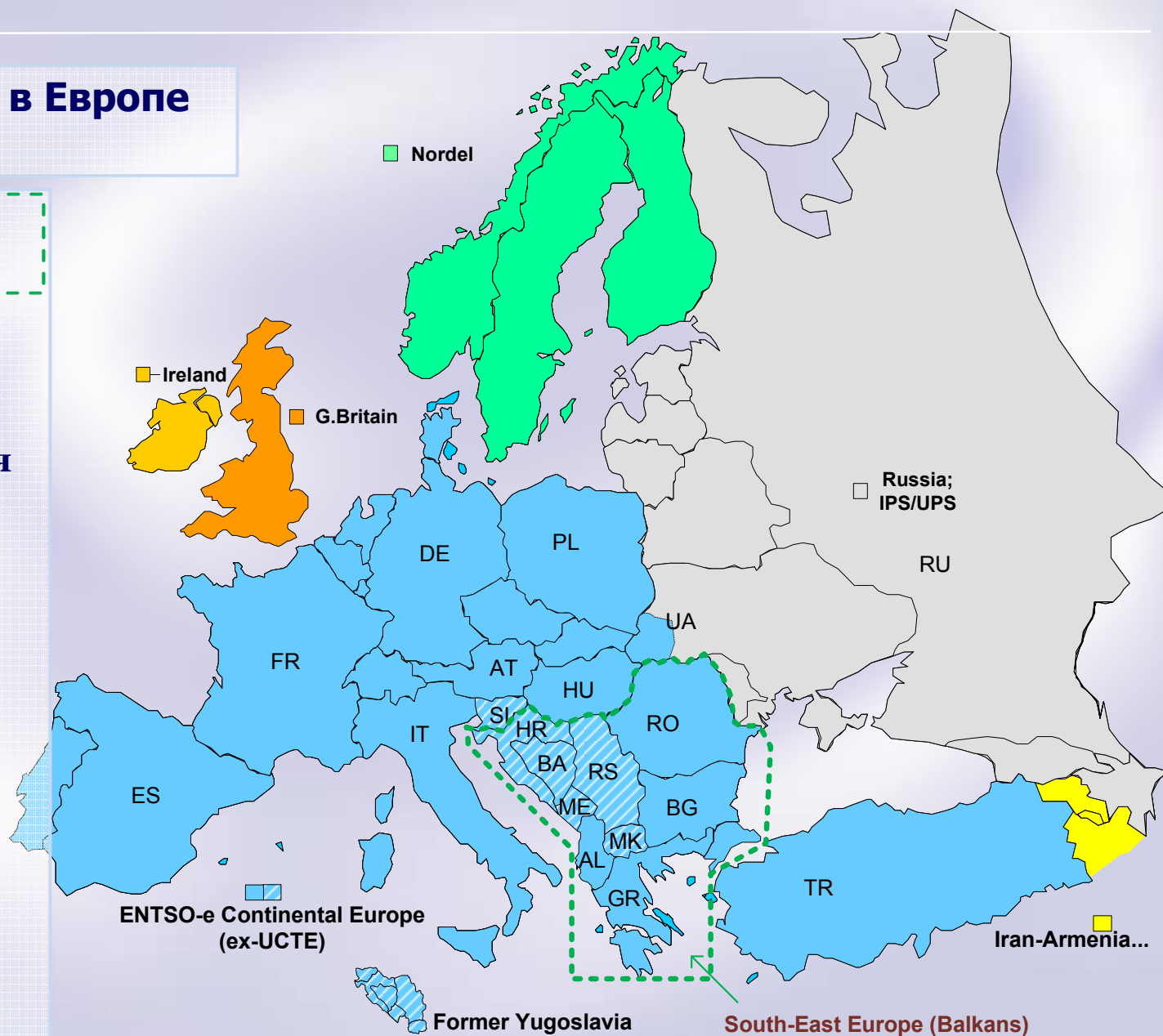
Обычно в составе
рассматриваются 9
стран и европейская
часть Турции

Энергосистема
Балкан на
сегодняшний день
полностью
объединена с
континентальной
Европой

~50 млн. чел.

~30 ГВт, 230 ТВтч

3500 кВтч/чел.





Энергосистема Балкан и стран бывшей Югославии

В начале 90-х гг. на Балканах существовала югославская объединённая энергосистема и греческая энергосистема, которые функционировали синхронно с системами других западно-европейских стран (Западная синхронная зона UCTE).

С политической точки зрения, Югославия была федеративным государством, состоящим из шести республик.

Шесть республик и одна объединенная энергосистема на всю Югославию

Вертикальная организация энергосистем Республики

На сегодняшний день :

- весь Балканский полуостров входит в объединённую синхронную зону континентальной Европы;
- шесть республик Югославии являются независимыми государствами

(Словения-SI, Хорватия-HR, Босния и Герцеговина-BA, Сербия-RS, Черногория-ME, Македония-MK),

при этом остаётся нерешённым вопрос о статусе южной области Сербии (Косово).





90-е гг.

Во 90-х гг. в стране произошли резкие перемены и появились различные политические и экономические проблемы.

Переход от социалистической к капиталистической системе.

Распад страны.

Войны: в Хорватии: 1991-1995 гг.

в Боснии и Герцеговине: 1992-1995 гг.

в Косово и операция НАТО против

Сербии 1999 г.

- Распад страны, разрушенные объекты инфраструктуры, перебои в работе энергосистем
- Образование временного деления на первую и вторую западные синхронные зоны UCTE (1991-2004 гг.)
 - Сербия, Черногория, Македония, часть Боснии и Герцеговины, Греция, Албания
 - Присоединена Румыния (1994 г.) и Болгария (1996 г.)
- **Отрицательные последствия:**
 - Неподходящие условия эксплуатации (случаи массового обесточивания)
 - Частый небаланс мощности и отключение питания (отклонения частоты были огромными)
 - Разрушение инфраструктуры и серьезный недостаток инвестиций в развитие сектора
 - Отсутствие последовательной энергетической стратегии вследствие политической нестабильности





Региональный рынок электроэнергии

Большинство Балканских стран не являются или не являлись членами Евросоюза, и тем не менее

У всех есть план действий в отношении Европы

- В настоящее время Болгария, Румыния и Хорватия входят в состав ЕС
- Кандидатура Сербии, Черногории на рассмотрении

ЕС запустил параллельный процесс развития Регионального рынка электроэнергии (REM) в соответствии с таким же процессом в ЕС и связанных региональных организаций: ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СЕКТОР

Запущенный процесс REM включал следующие требования:

- Модернизация эксплуатации, реабилитация электростанций, сетевого оборудования
- Реформы во всех странах, даже если часть из них находится в процессе развития
- Сотрудничество при осуществлении региональных функций и унификации подхода к разработке решений для внутренних рынков
- Осуществление функционального разделения (отделение производства и распределения от передачи);
 - создание независимых системных операторов передающей сети (TSO);
- Создание необходимого правового поля и координация программ реализации.



Характеристики энергосистемы - Сегодня-



В преддверии регионального рынка

- Достижения за последние двадцать лет (1)

Энергетический сектор: реструктурирован на различных уровнях функционального разделения по странам

- Во всех странах есть свой системный оператор передающей сети (TSO)
- Функциональное разделение между производством и распределением осуществлено в некоторых странах (Румыния, Болгария, Македония, Албания, Греция)
- Различные уровни приватизации в энергетическом секторе – приватизация некоторых распределительных и генерирующих систем (Румыния, Болгария, Македония, Албания, Греция)

Модернизация условий эксплуатации:

- **Системы связи (OPGW) между сетями и современной системой SCADA**
 - Обмен операционными данными между диспетчерскими центрами TSO
 - Высокоскоростные реле безопасности на объединяющих линиях
- **Все объединяющие линии снабжены считывающими устройствами**
- **Показания электросчетчиков передаются в реальном времени в диспетчерские центры**
- **Общие методы планирования эксплуатации энергосистем**
- **Операторы сети регулярно применяют ПО для расчета мощности передачи и распределения на межсистемных линиях**



Достижения за последние двадцать лет (2)

- Реабилитация и модернизация существующих электростанций и угольных шахт, повышение их производственных мощностей
- За исключением Румынии, Болгарии и некоторых частей Греции, в регионе не созданы новые электростанции со значительными установленными мощностями.
- Болгарии пришлось выполнить требование ЕС по закрытию четырех агрегатов атомной электростанции Козлодуй в 2003 и 2004 году (отключение 1800 МВт).



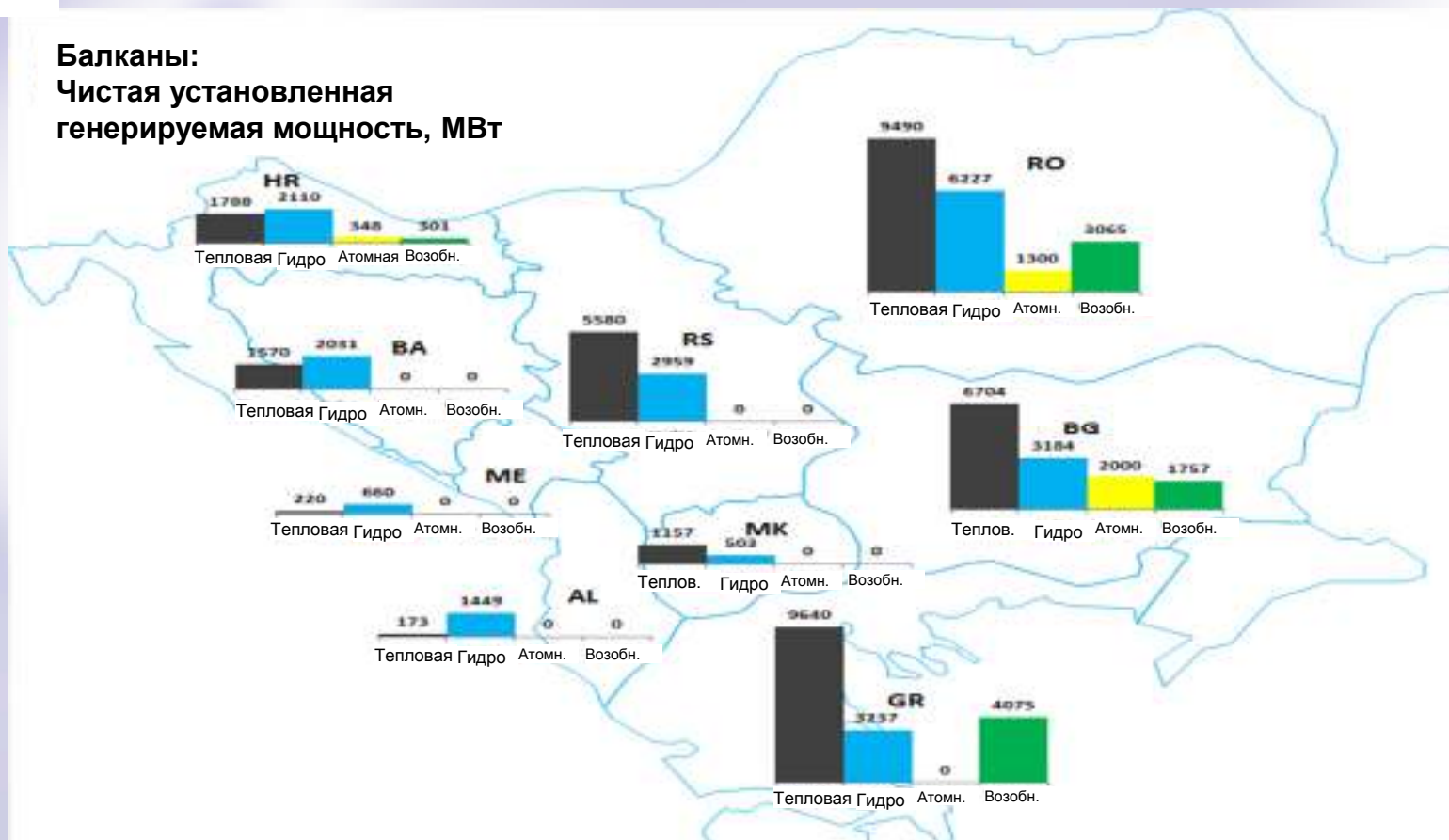
- В регионе было создано множество внутренних и межсистемных линий электропередачи в целях повышения безопасности
- Мировой кризис 2008 года привел к общему снижению нагрузки почти во всех странах (ориентировочно -2%).
- Страны принимают меры по снижению нетехнических убытков в некоторых странах региона (особенно в Албании, а также в других странах).
- Двусторонняя торговля (ОТС) на рынке электроэнергии в целом является основным торговым инструментом, энергобиржа (биржа электроэнергии по сделкам на срок) существует только в Румынии



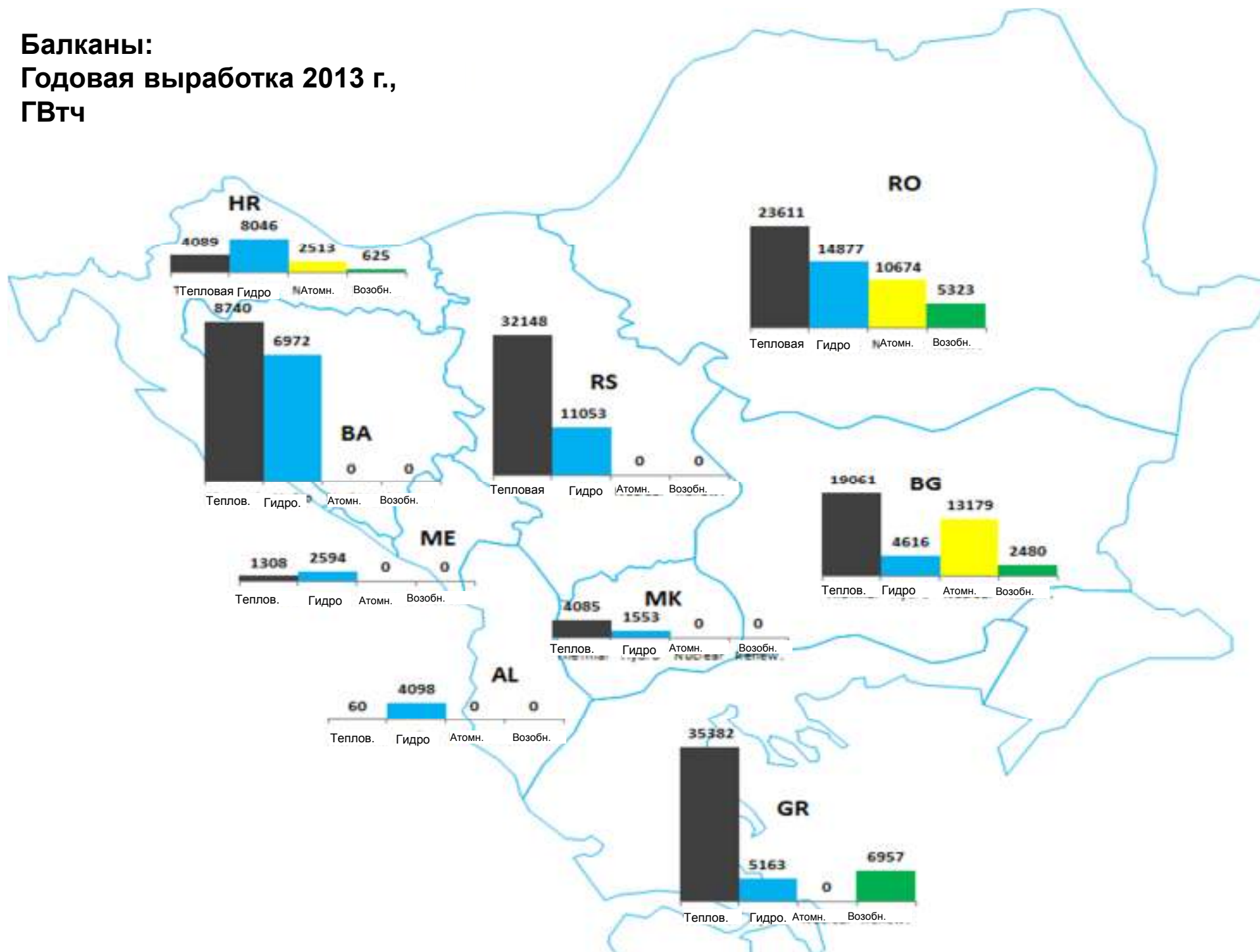
Базовые данные; чистая установленная генерируемая мощность

	AL	BA	BG	GR	HR	ME	MK	RO	RS
	Албания	Босния и Герцеговина	Болгария	Греция	Хорватия	Черногория	Македония	Румыния	Сербия
Население, млн	3.161	3.766	7.510	11.321	4.450	0.620	2.047	21.425	9.116
ВВП/душу нас., ЕВРО	2,854	3,461	5,084	21,661	10,799	4,997	3,475	5,937	4,081
Потребление, ГВтч	7,272	12,016	32,210	49,568	17,065	4,505	8,049	52,303	39,444
Потр./душ.нас., ГВтч/мил	2,301	3,191	4,289	4,378	3,835	7,266	3,932	2,441	4,327

Балканы:
Чистая установленная генерируемая мощность, МВт

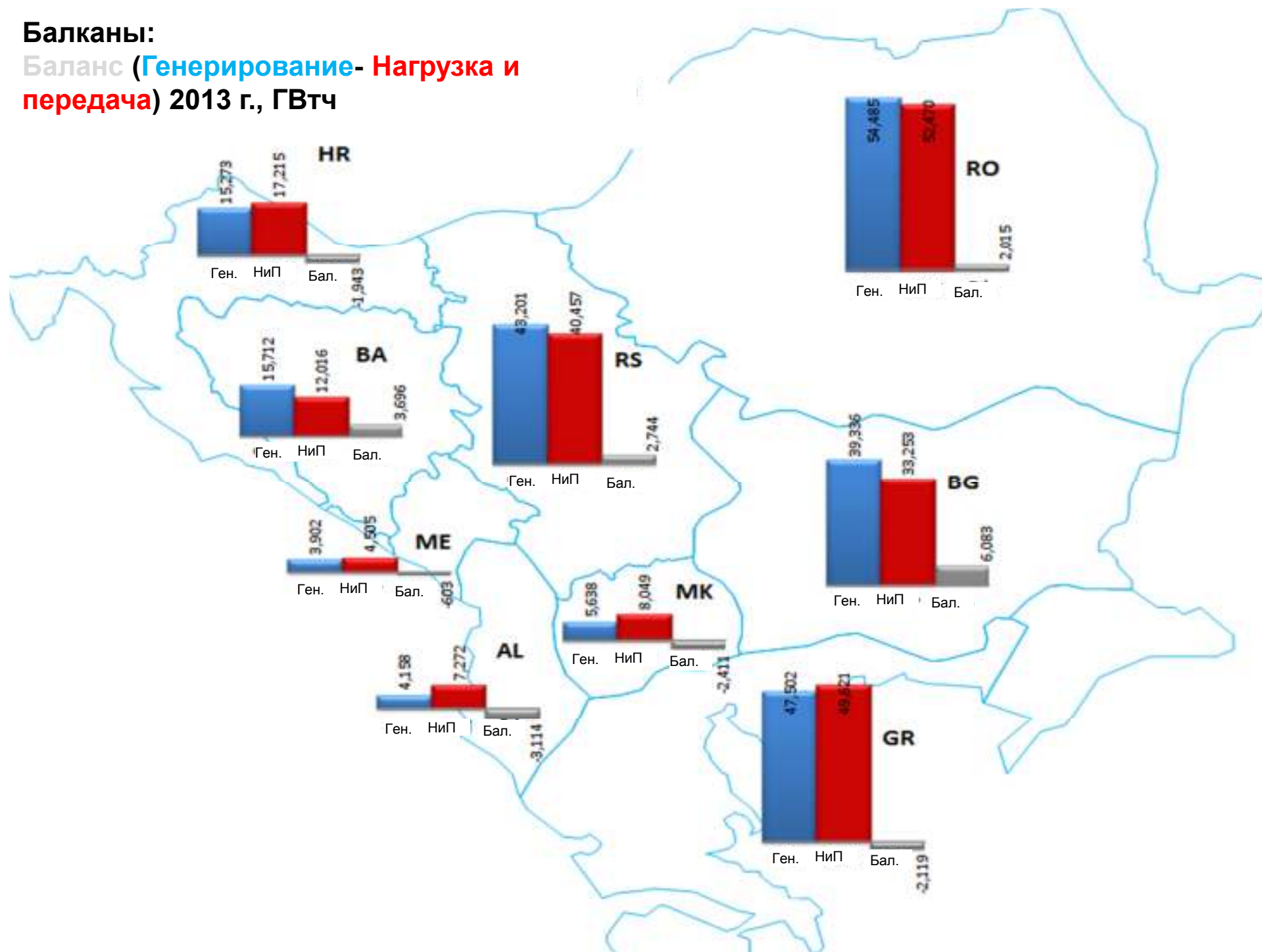


**Балканы:
Годовая выработка 2013 г.,
ГВтч**



Балканы:

Баланс (Генерирование- Нагрузка и
передача) 2013 г., ГВтч



Эксплуатация системы, рынок и планирование



Нормы и процедуры на уровне

Нормы эксплуатации, торговли и планирования основаны на Кодексе магистральных сетей и Торговом кодексе:

страны

- **Управление энергосистемой в реальном времени**
- **Предоставление вспомогательных услуг:**
 - Первичное, вторичное и третичное регулирование, а также регулирование напряжения
 - Компенсация непреднамеренных отклонений в контролируемой зоне
- **Подготовка Плана защиты энергосистемы:**
 - В соответствии с планом защиты по частоте и планом аварийной разгрузки
 - План восстановления энергосистемы
- **Планирование операций с энергосистемой:**
 - Ежегодный план операций и суточные графики
- **Контроль энергосистемы:**
 - Контроль в нормальных условиях (низкая частота и регулирование напряжения, мониторинг операций, сбор данных)
 - Контроль во время нарушений в энергосистеме (устранение нарушений, аварийная разгрузка, восстановление системы)
- **Операции системы защиты:**
 - Предварительная настройка, замена и обслуживание
 - Функционирование в реальном времени
 - План настройки защиты от перегрузок
- **Коммуникация и предоставление отчетности**



Сотрудничество на региональном уровне

- **Три уровня обмена данными:**
 - Система SCADA в режиме онлайн и обмен данными телеметрии
 - Модели симуляции системной сети:
 - На сутки вперед – для проверки безопасности сети
 - Модели планирования (на месяц, на 1 год или на 5 -10 лет вперед)
- **Координация национального диспетчерского центра:**
 - Мониторинг и обеспечение соответствия (взаимное посещение и проверка работы TSO)
 - Наблюдение и повышение производительности и динамики системы
 - Внеплановый простой
- **Планирование трансграничного обмена**
- **Координация технического обслуживания:**
 - Региональный план отключения
 - План обслуживания генераторов и сетей
- **Планирование региональной сети передачи**
- **Защита критических систем**
- **Разработка и обслуживание электронной магистрали (высокоскоростной связи)**
- **Внедрение и совершенствование координированной эксплуатации системы и услуг**



Организация обмена электроэнергией

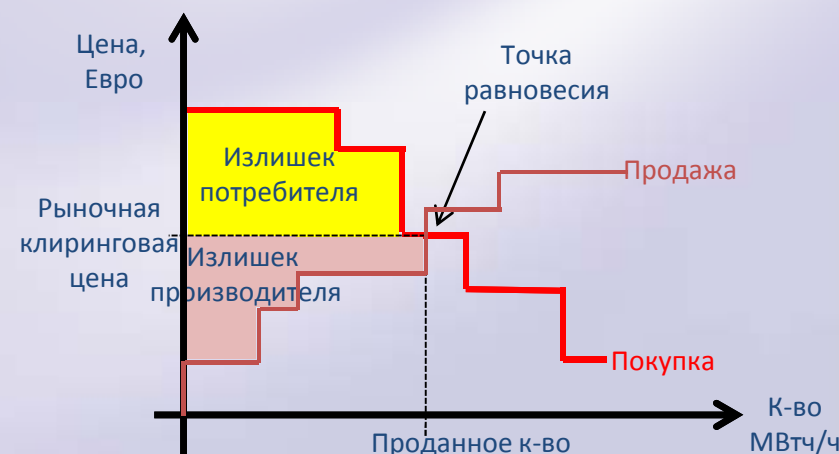




Торговля электричеством

Торговля

- На Балканах торговля электричеством по сей день преимущественно организуется посредством двухсторонней торговли (OTC)
 - На национальном уровне торговлю организуют рыночные операторы
 - РО: независимая компания или организация в составе TSO
 - Временные промежутки: заблаговременно (на год, месяц вперед), на сутки вперед, в течение суток
 - Трансграничное распределение мощности:
 - На срочных рынках (forward markets) (явная сделка) - отдельно от торговли электричеством (заблаговременный процесс)
 - На рынках «на сутки вперед» может быть отдельно или совместно (в неявной форме, с электричеством)
- Механизм «Market Coupling» на сутки вперед:
 - Торговля электричеством и мощностью посредством энергобирж (PX)
 - Самый передовой способ торговли электричеством
 - Общая цель для всей Европы (единый алгоритм «на сутки вперед» для всего континента!)
 - На начальном этапе на Балканах

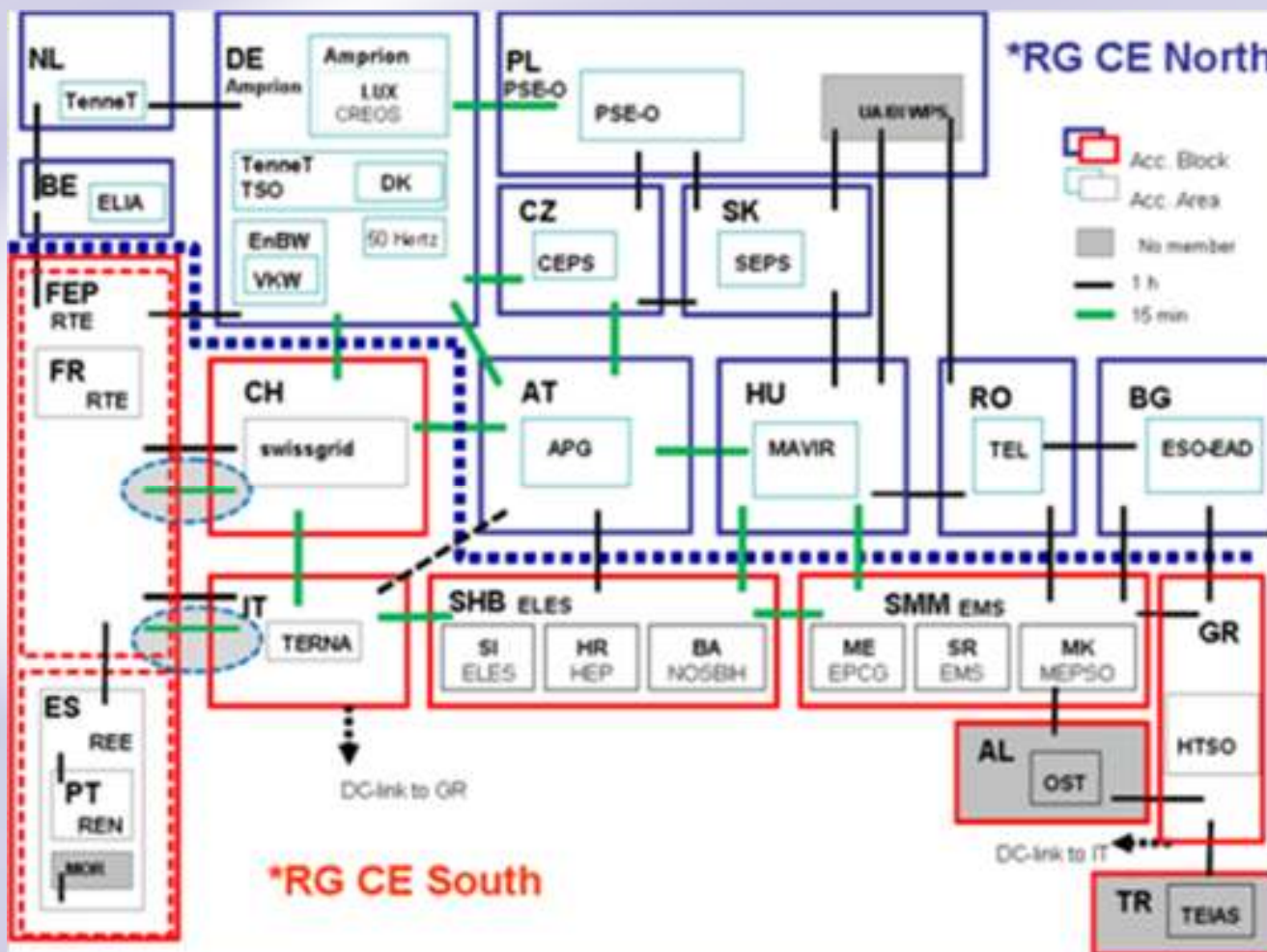




Планирование электричества

Планирование

- Рыночные операторы передают графики национальным TSO
- TSO координируются на Европейском уровне двумя центрами – в Швейцарии и Германии





Планирование, реализация, бухучет: пример

Планирование
В реальном
времени
Бухучет

В день 1:
Запланированы отдельные сделки различных игроков по границам на каждый час. *Перед этим осуществляется процесс распределения мощности, когда все участники рынка получают мощность передачи.*

В день 1: Суммирование отдельных сделок по границам

Импорт = 70 МВт
Это и целевой показатель балансирования TSO и настройка вторичного регулятора.

В день D, в час Ч: **Никаких отклонений от общего баланса**

Физические потоки на объединяющих линиях отличаются от договорных, но

Импорт = 70 МВт

В день D, в час Ч: **ОТКЛОНЕНИЕ ОТ ОБЩЕГО БАЛАНСА ПО НЕПРЕДВИДЕННОМУ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЮ.**

В случае, если сумма не равна 70 МВт импорта: отклонение.

Импорт (реальный) 74 МВт.



- **Отклонение** страны от общего баланса подсчитывается и возвращается на следующей неделе
Программа компенсации непреднамеренных отклонений
Стороны, ответственные за отклонение, оплачивают стоимость дисбаланса
- **Передачи** через другие системы: рассчитываются и компенсируются на пан-Европейском уровне
Механизм компенсации между TSO (ITC) с использованием совместного фонда
- **Круговые потоки** (физические потоки отличаются от договорных графиков): обычный эффект.
Терпимые, поскольку не нарушают безопасность системы.
Решения: распределение мощности на основе потока или контроль потокораспределения (фазосдвигающие устройства)



Обзор двухсторонних соглашений с соседями

- Соглашение о взаимном предоставлении аварийной энергии для защиты служб системы
- Эксплуатационные контракты (на основе Справочника по оперативным вопросам)
- Отдельные соглашения о бухучете и планировании
- Совместные нормы и соглашения о распределении мощности

Региональная организация, сотрудничество и рабочие группы

- Региональные рабочие группы по эксплуатации, планированию и рынку – доработка технических, организационных правил и обмен данными
- CAO – Совместное управление по распределению передаваемой мощности для всего региона – сегодня для некоторых Балканских стран
- SECI инициатива в рамках USAID – региональная модель долгосрочного планирования передачи, проект разработки сети передачи

Запланировано/на стадии разработки

- Совместный/региональный балансирующий рынок
- Энергобиржи и их региональная интеграция (модель «market coupling»)
- Региональный центр координации безопасности





Сравнение: Балканы и Центральная Азия



	Балканы	Центральная Азия
Сеть	Многоузловая, высокая степень подключения	Главным образом радиальная
Синхронизация	Отличное подключение внутри зоны синхронизации континентальной части Европы Расширение до Болгарии, Румынии, Турции	Слабое подключение с использованием IPS/UPS Отключение Таджикистана и Туркменистана (Туркменистан и Иран)
Региональная координация	Главным образом по очереди или координируется ЕС. Региональная координация безопасности в процессе разработки.	Региональный координационный центр.
Качество электроэнергии	Улучшилось после переподключения региона. Порядок балансирования, штрафы в случае отклонения. Аварийная разгрузка только в крайнем случае.	В процессе улучшения. Недостаток энергии. Незапланированный «импорт» Частые аварийные разгрузки.
Безопасность системы	Выполнение критериев n-1 Точное оборудование телеметрии. Совместимая система безопасности Координация обслуживания	В одних и тех же случаях перегрузка сети. Неточное оборудование телеметрии. Не вполне совместимая система безопасности.



Сравнение: Балканы и Центральная Азия



	Балканы	Центральная Азия
Функциональное разделение	Передача отделена (TSO). Генерирование, распределение частично приватизированы.	Вертикально интегрировано (Таджикистан и Узбекистан) и разукрупнено (Казахстан и Кыргызская Республика)
Рынок	Различные гидро-тепловые структуры в странах. Двухсторонние соглашения, главным образом, основанные на коммерческих ценах. Совместные принципы расходов на передачу из-за транзитной передачи мощности. Энергобиржи в процессе создания.	Различные гидро-тепловые структуры в странах. Двухсторонние соглашения на год. Несовершенная методика по транзиту.

БЛАГОДАРЮ ЗА ВАШЕ ВНИМАНИЕ
www.ekc-ltd.com

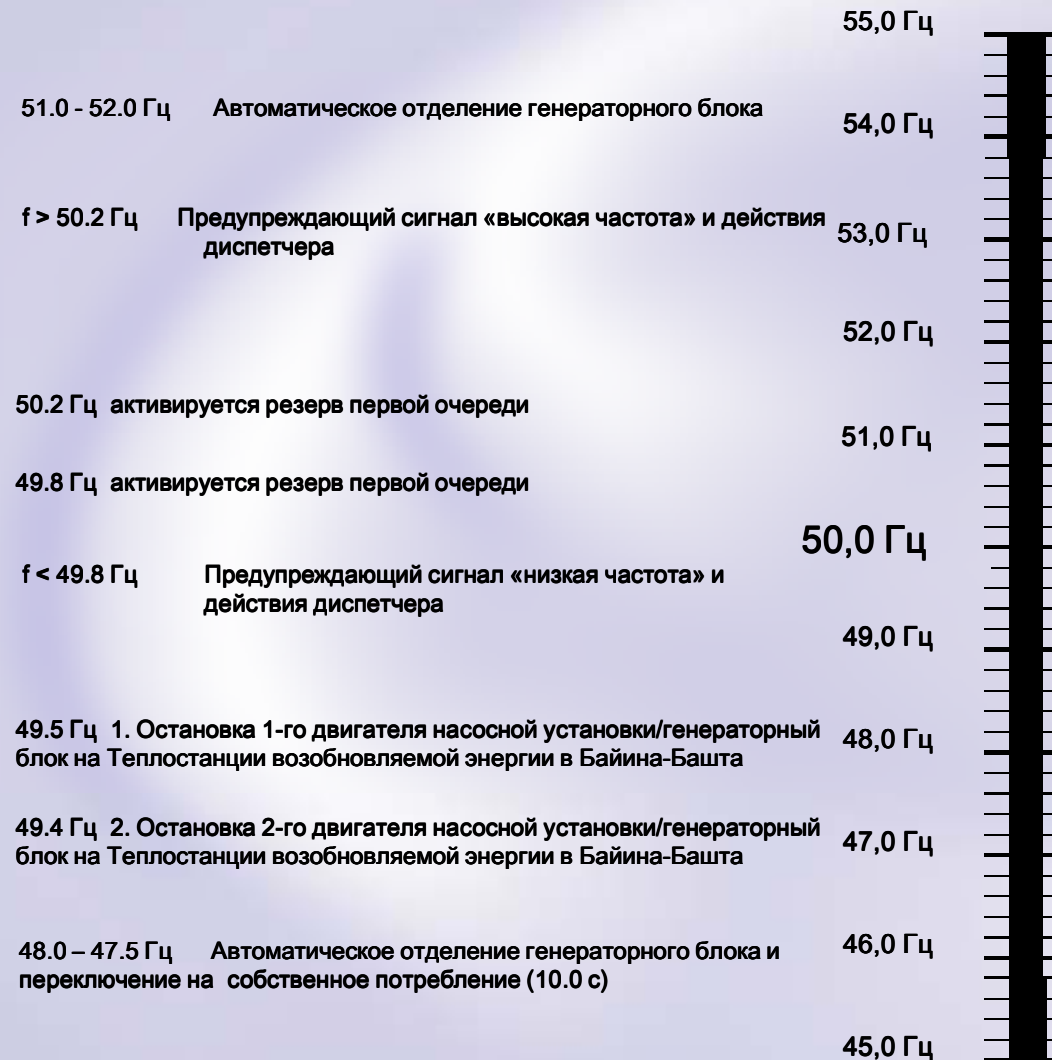


Central Asia Regional Economic Cooperation Program

Дополнительные слайды



Защита частоты



План частоты EMS

Нормальная работа системы

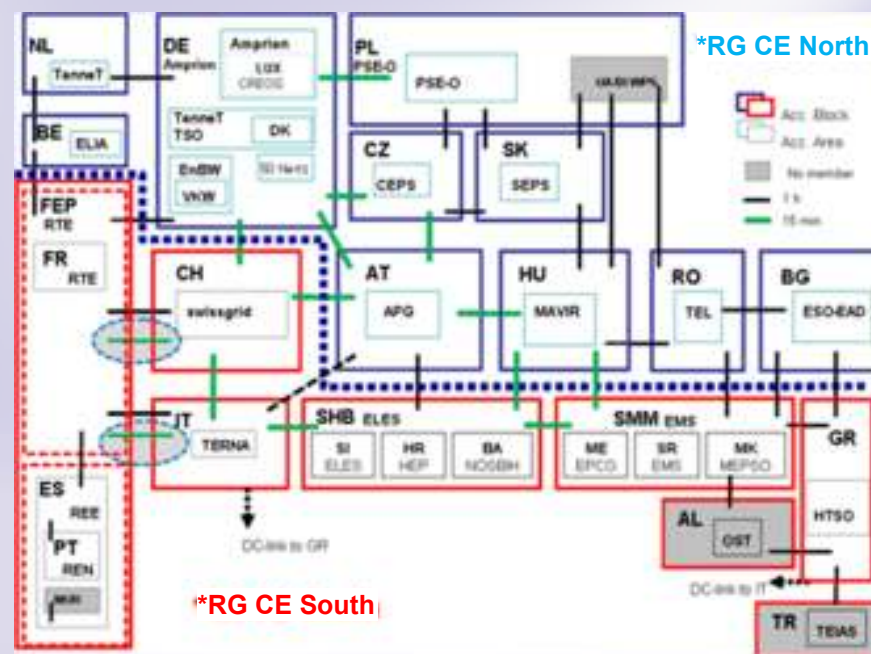
- 49.0 Гц 1. Стадия автоматической аварийной разгрузки утв. 10 % от общего потребления
- 48.8 Гц 2. Стадия автоматической аварийной разгрузки утв. 15 % от общего потребления
- 48.4 Гц 3. Стадия автоматической аварийной разгрузки утв. 15 % от общего потребления
- 48.0 Гц 4. Стадия автоматической аварийной разгрузки утв. 15 % от общего потребления

Планирование энергобиржи – Центры/зоны регулирования

- На Балканах существует семь центров регулирования:
 - SHB – включает Словению, Хорватию, Боснию-Герцеговину
 - SMM – включает Сербию, Черногорию, Македонию
 - Албания
 - Греция
 - Румыния
 - Болгария
 - Турция

Функции оператора блока в общем можно разделить на следующие 3 группы:

- программы обмена;
- организация и надзор за вторичное регулирование частоты и обмен мощности;
- бухгалтерия по электричеству.

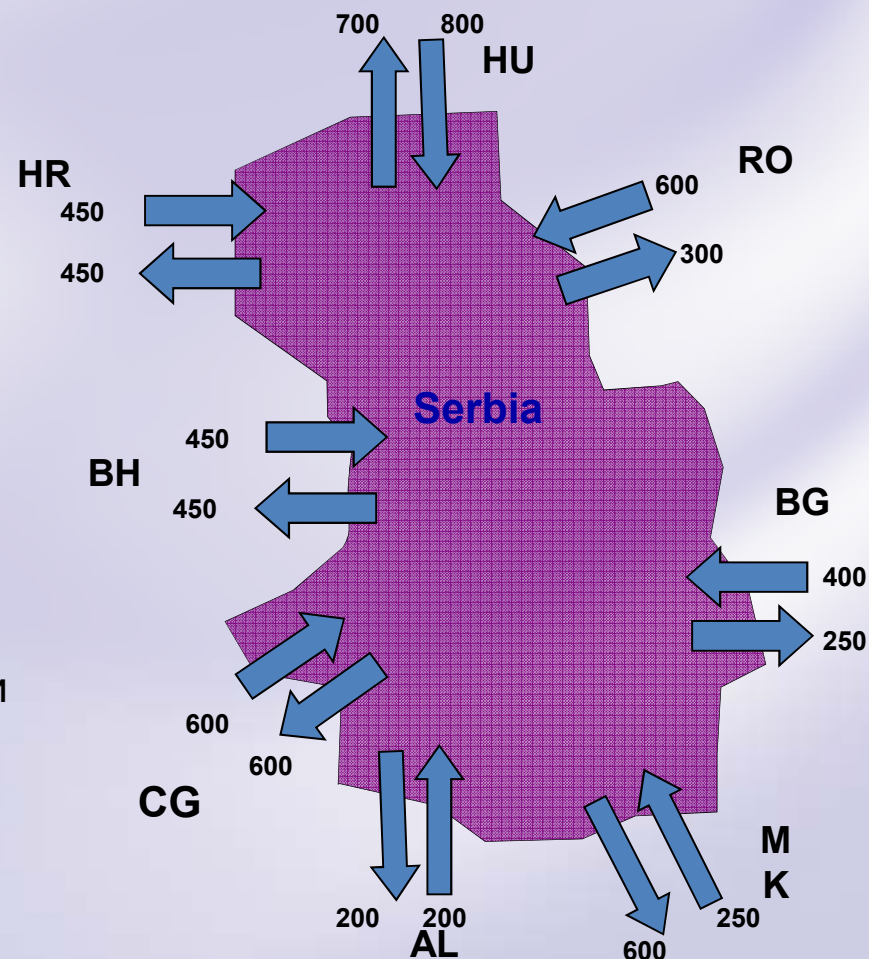


Расчет чистой пропускной мощности – на примере Сербской сети

- Расчет чистой пропускной мощности – расчет максимального обмена мощности между двумя соседними системами
- Обмен базовыми сценариями
- Обмен моделями
- Каждый TSO осуществляет расчеты
- Процесс унификации
- Результаты передаются в одно из рыночных отделений

Аукционы

- Для каждой границы и направления
- Ежегодные, ежемесячные и еженедельные аукционы
- Нет сетевой перегрузки – нет оплаты
- Оплата по системе заявок (альтернатива – маргинальная цена)
- Права на перекачивающие мощности
- Планирование





Организация энергетики в бывшей Югославии



Энергосистемы шести республик и одна объединённая энергосистема система для всех энергосистем Югославии – организованы вертикально: передача, выработка и распределение электроэнергии.

Роль республиканских энергосистем:

- Контроль, эксплуатация и распределение нагрузки энергосистем в республике;
- Поддержание работы своих электросетей – контроль частоты сети (первичный, вторичный и третичный контроль), контроль напряжения, защита, и т.д.;
- Планирование электросетей 400, 220 и 110 кВт в соответствии с другими республиками;
- В каждой республики был свой диспетчерский центр для управления энергосистемами.

Роль объединённой энергосистемы Югославии:

- Координация республиканских энергосистем и диспетчерских центров в режиме реального времени;
- Координация обмена электроэнергией с соседними странами;
- Учёт и урегулирование обмена электроэнергией и отклонений между республиками;
- Координация планирования республиканских энергосистем;
- Определение общих правил и процедур;
- Управление объединённым диспетчерским центром Югославии.



Основы энергетики бывшей Югославии

В 1990 г.:

Установленная генерирующая мощность 20,6 ГВт

(59 % ТЭС, 41 % ГЭС);

Максимальная нагрузка 12,8 МВт;

Ежегодное потребление 87,5 ГВтч

Крупнейший энергоблок: 600 МВт (ТЭС «Никола Тесла»)



- Республики следовали Югославским стандартам эксплуатации и планирования (которые соответствовали Европейским стандартам).
- Некоторые республики были владельцами электростанций, расположенных в других республиках.
- Стандартами энергосистемы Югославии были предусмотрены защитные меры в случае отключения крупнейшей электростанции.
- Гидроаккумулирование энергии на ГЭС «Байина-Башта» (Bajina Basta) (2*300 МВт) для объединённой энергосистемы Югославии.
- Электросеть: совместно разработанная сеть, в соответствии с общими критериями электропередачи, планирования и безопасности.
- Энергосистема каждой республики занималась балансом и регулированием электроэнергии в пределах конкретной республики, в то время как объединённая энергосистема Югославии отвечала за импорт и экспорт электроэнергии из/в соседние системы.
- Зачастую потребители в одной республике получали электроэнергию по сети, идущей через другую республику (островная/радиальная схема работы сети).



2-я синхронная зона УСТЕ

2-я зона УСТЕ (существовавшая в 1992-2004 гг.) работала в чрезвычайных условиях. Последствия:

Негативные:

- Неправильные условия эксплуатации (случаи массового обесточивания)

Негативные последствия:

- Неправильные условия эксплуатации (случаи массового обесточивания)
- Частый небаланс мощности и отключение питания (отклонения частоты были огромными)
- Разрушение инфраструктуры
- Серьезный недостаток инвестиций в развитие сектора
- Неустойчивость кадров
- Отсутствие консистентной энергетической стратегии вследствие политической нестабильности

Положительные:

- Проверенная устойчивость и способность системы и персонала работать в тяжелых условиях
- Богатый опыт эксплуатации в экстремальных условиях
- Большой опыт в защите энергосистемы и процедурах и мерах по восстановлению
- Возможность подготовки молодых экспертов с широкими взглядами/открытых для новых идей
- Тесное сотрудничество: общие нормы, совместный центр

координации

2-я зона была переподключена к магистральной Европейской сети 10.10.2004





Балканы сегодня: характеристики страны/системы

	AL	BA	BG	GR	HR	ME	MK	RO	RS
	Албания	Босния и Герцеговина	Болгария	Греция	Хорватия	Черногория	Македония	Румыния	Сербия
Население, млн.	3.161	3.766	7.510	11.321	4.450	0.620	2.047	21.425	2.047
ВВП/душ.нас., евро	2,854	3,461	5,084	21,661	10,799	4,997	3,475	5,937	4,081
Потребление, ГВтч	7,272	12,016	32,210	49,568	17,065	4,505	8,049	52,303	39,444
Потребл./душ.нас., ГВтч/млн.	2,301	3,191	4,289	4,378	3,835	7,266	3,932	2,441	19,269

- У всех стран региона пиковые нагрузки в зимний период, за исключением Греции.
- У некоторых стран большой объем гидроэнергии в их общем производстве (99% в Албании, 66% в Черногории)
- Обогрев с помощью газа заметно распространен только в Румынии
- Повышение уровня производства возобновляемой энергии: все страны установили льготные тарифы на ветровую и солнечную энергию. ВИЭ все больше распространяются, особенно в странах ЕС на Балканах (Греция, Румыния, Болгария, Венгрия)
- В 2013 г. было следующее распределение долей генерации: тепловая 52%, гидро 26%, атомная 14%, ВИЭ 8%.
- Страны, у которых есть возможность экспортировать энергию, включают Румынию, Болгарию, Боснию-Герцеговину и Сербию (в летний период). Всем другим приходится импортировать энергию в определенный период в течение года.
- Самые крупные годовые дефициты приходятся на Албанию (40-50%) и Македонию (30%).