

# Устройство и технология работы оптового рынка электроэнергии

**Баркин О.Г.**

Заместитель Председателя Правления НП «АТС»

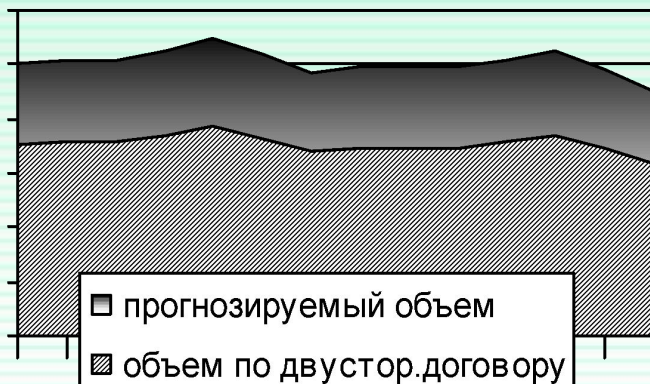
по развитию рынка

05.09.2007

- 1. Технология работы оптового рынка и принципы ценообразования**
- 2. Основные показатели работы оптового рынка**

# 1. Технология работы оптового рынка и принципы ценообразования

## Долгосрочный рынок двусторонних договоров (ДД)



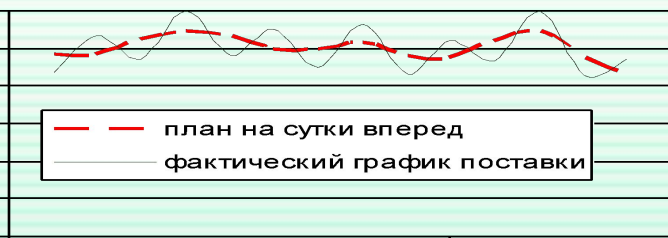
- Свободные (СДД): стороны договоров фиксируют цены и график поставки, оплачивают разницу узловых цен
- Регулируемые (РД): цена (тариф) и субъектный состав устанавливается государством, объем контрактов ограничен и ежегодно снижается

## Краткосрочный спот-рынок «на сутки вперед» (РСВ)

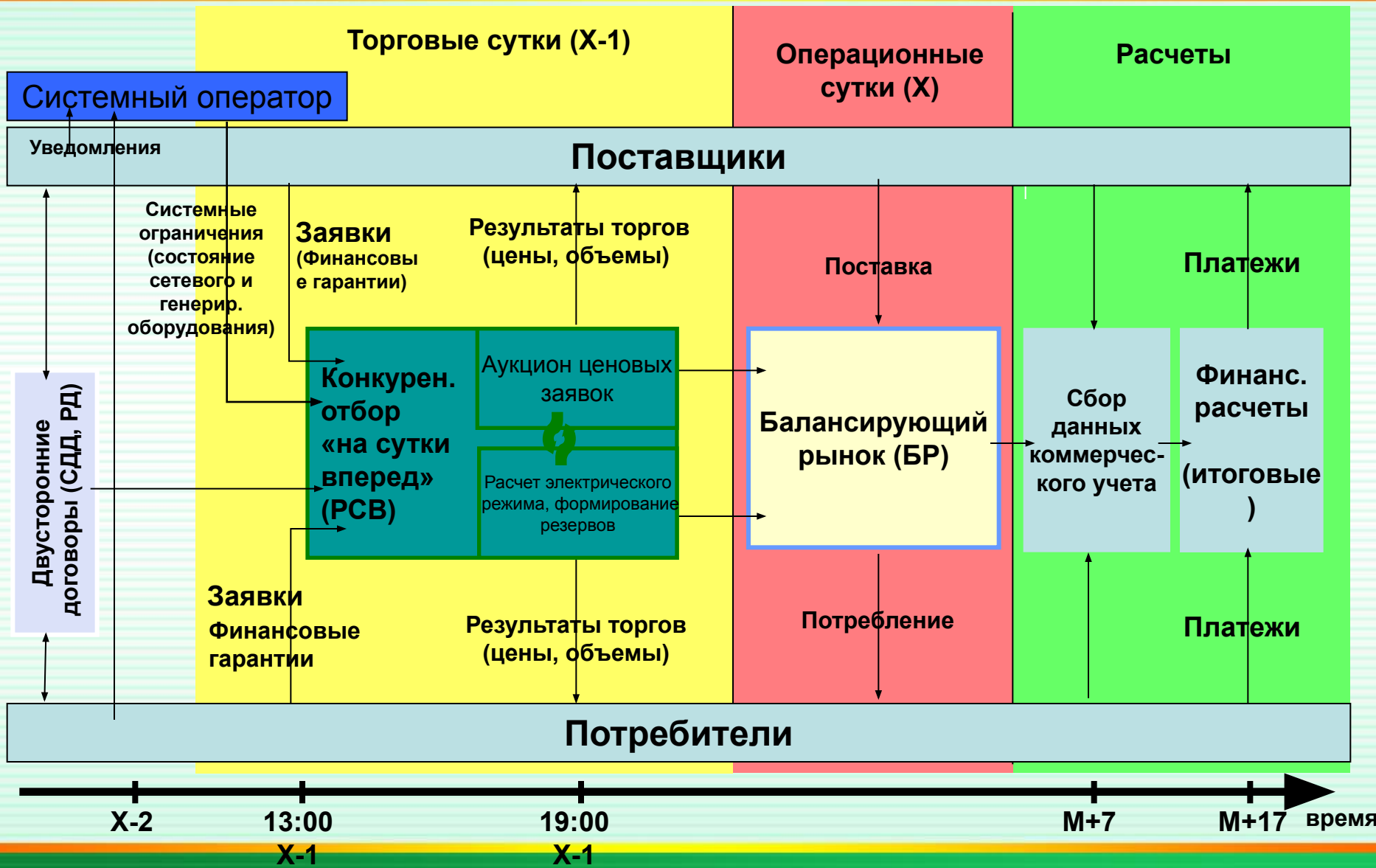


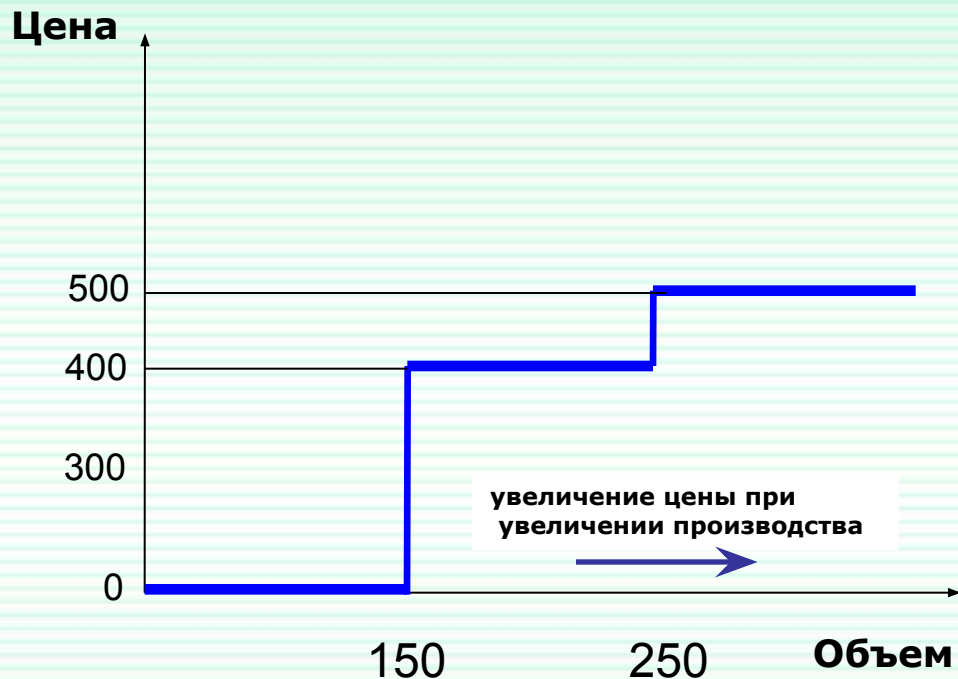
- Определение почасовых цен и объемов производства/потребления на следующие сутки для всех участников рынка на основе их ценовых заявок, отбираемых на едином аукционе
- Узловое маргинальное ценообразование с учетом потерь и системных ограничений
- Цены спот-рынка являются основными индикаторами рыночной цены на электроэнергию

## Балансирующий рынок (БР) – приближен к реальному времени поставки

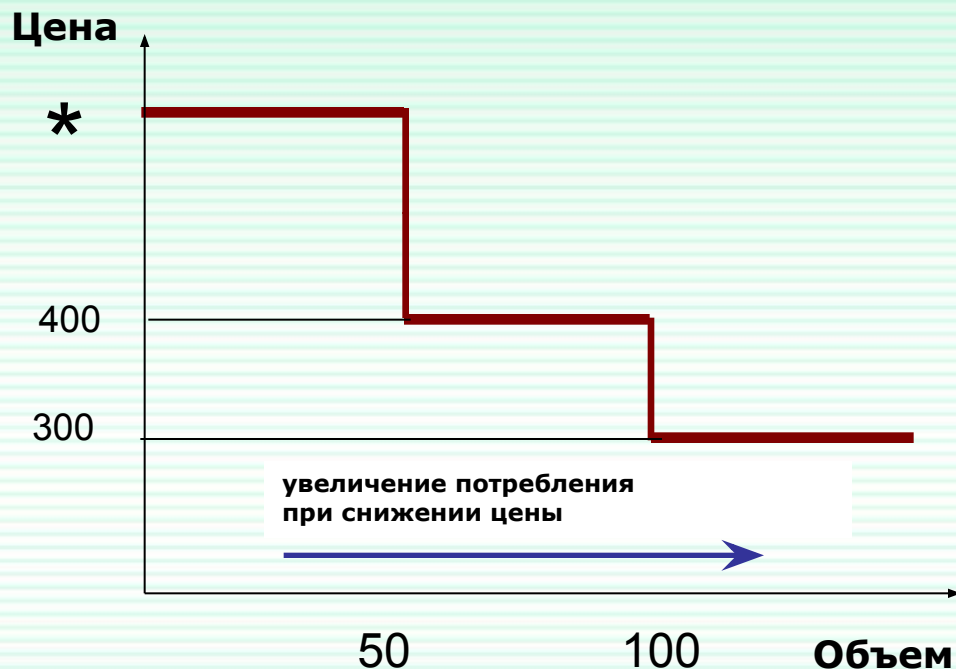


- Оплата отклонений факта от плана на основе конкурентного ценообразования
- Участвуют заявки РСВ генераторов, потребителей с рег.нагрузкой + оперативные ценопринимающие заявки

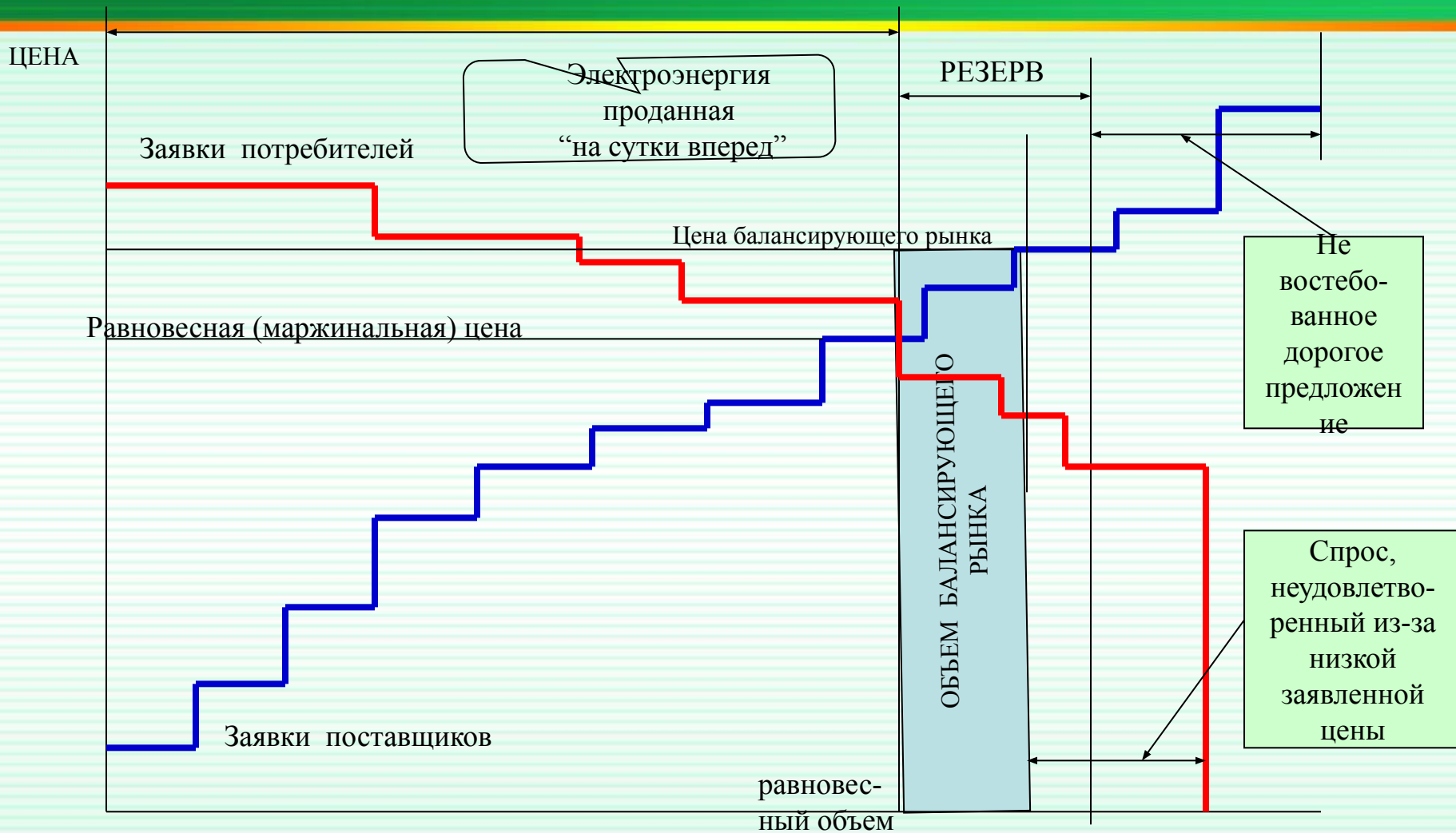




- Фиксирует обязательство участника выработать электроэнергию по цене – не ниже указанной, в объеме – не выше указанного;
- Подается относительно каждого часа операционных суток для каждой группы точек поставки участника.
- Возможна подача ценопринимающих заявок (с минимальной ценой).



- Фиксирует обязательство участника потребить электроэнергию по цене – не выше указанной, в объеме – не выше указанного;
- Подается относительно каждого часа операционных суток для каждой группы точек поставки участника.
- Возможна подача ценопринимающих заявок (с заведомо высокой ценой).



**Цель** - найти цены и объемы покупки/продажи электроэнергии так, чтобы достичь максимальной взаимной выгоды поставщиков и покупателей от торговли ЭЛ.ЭНЕРГИЯ

**Критерий оптимизации - максимизация целевой функции благосостояния:**

$$\sum_t \left\{ \sum_c \sum_l c_{ct}^l P_{ct}(l) - \sum_g \sum_l c_{gt}^l P_{gt}(l) \right\} \rightarrow \max_{P_{gt}(l), Q_{gt}, P_{ct}(l), V_j^l, d_j^l} 8$$



**Расчетная модель** - комплексная информация, содержащая основные характеристики сети и сетевого оборудования, топологию и параметры электрических линий и их эквивалентов. Актуализируется ежедневно для проведения конкурентного отбора на сутки вперед.

Параметры расчетной модели:	“Европа”	“Сибирь”
Узлов (включая технологические ограничения)	6040	602
Линий (включая технологические характеристики)	7074	660
Выделенных объектов генерации, по которым задается график и технологические ограничения	657	99
Контролируемых сечений (включая список линий, верхние и нижние ограничения на переток)	230	18

Учитываются системные ограничения

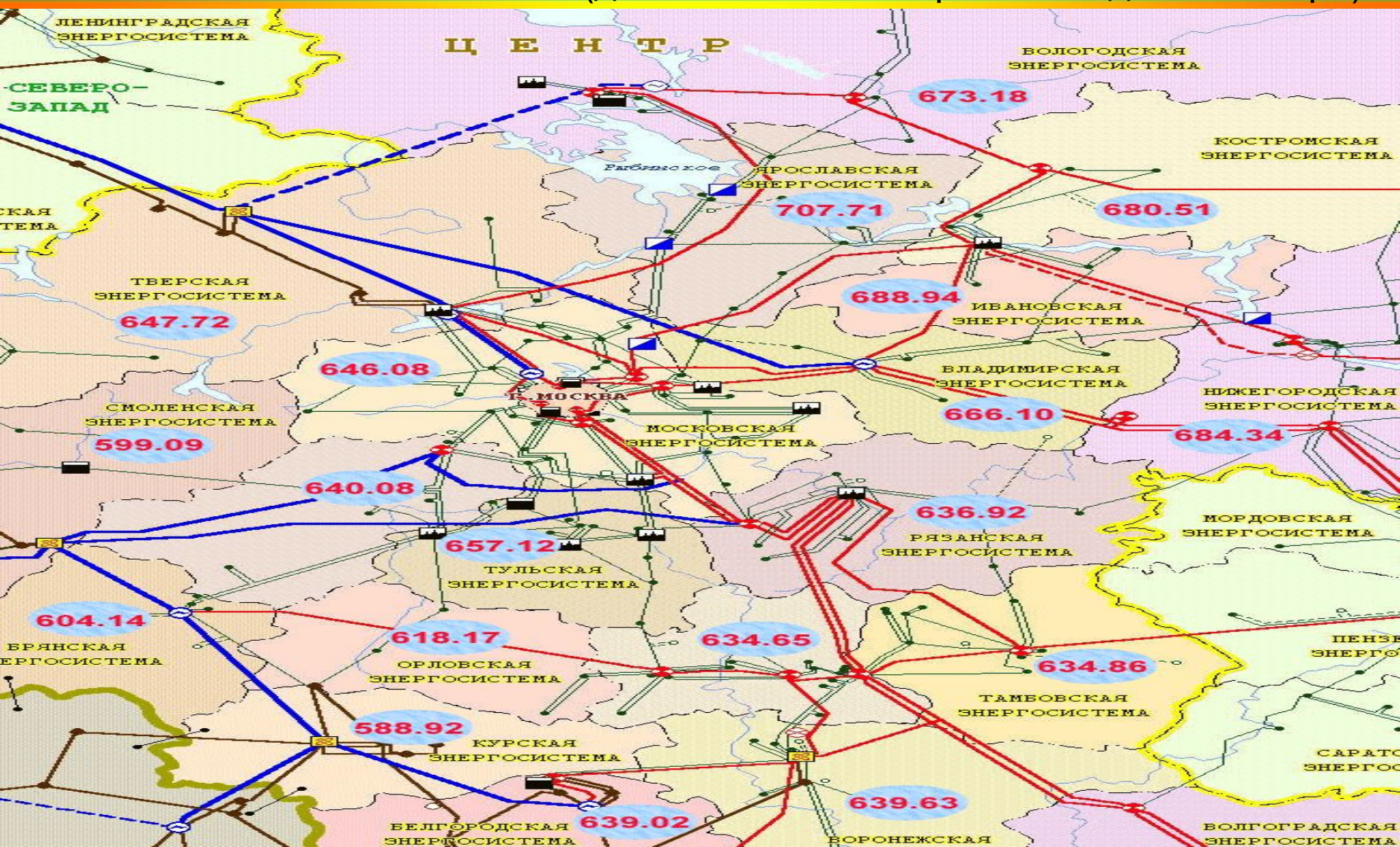
Учитываются нагрузочные потери

**>> это позволяет корректно рассчитать равновесную цену в каждом узле электрической сети электроэнергии, что создает адекватные ценовые сигналы участникам рынка**

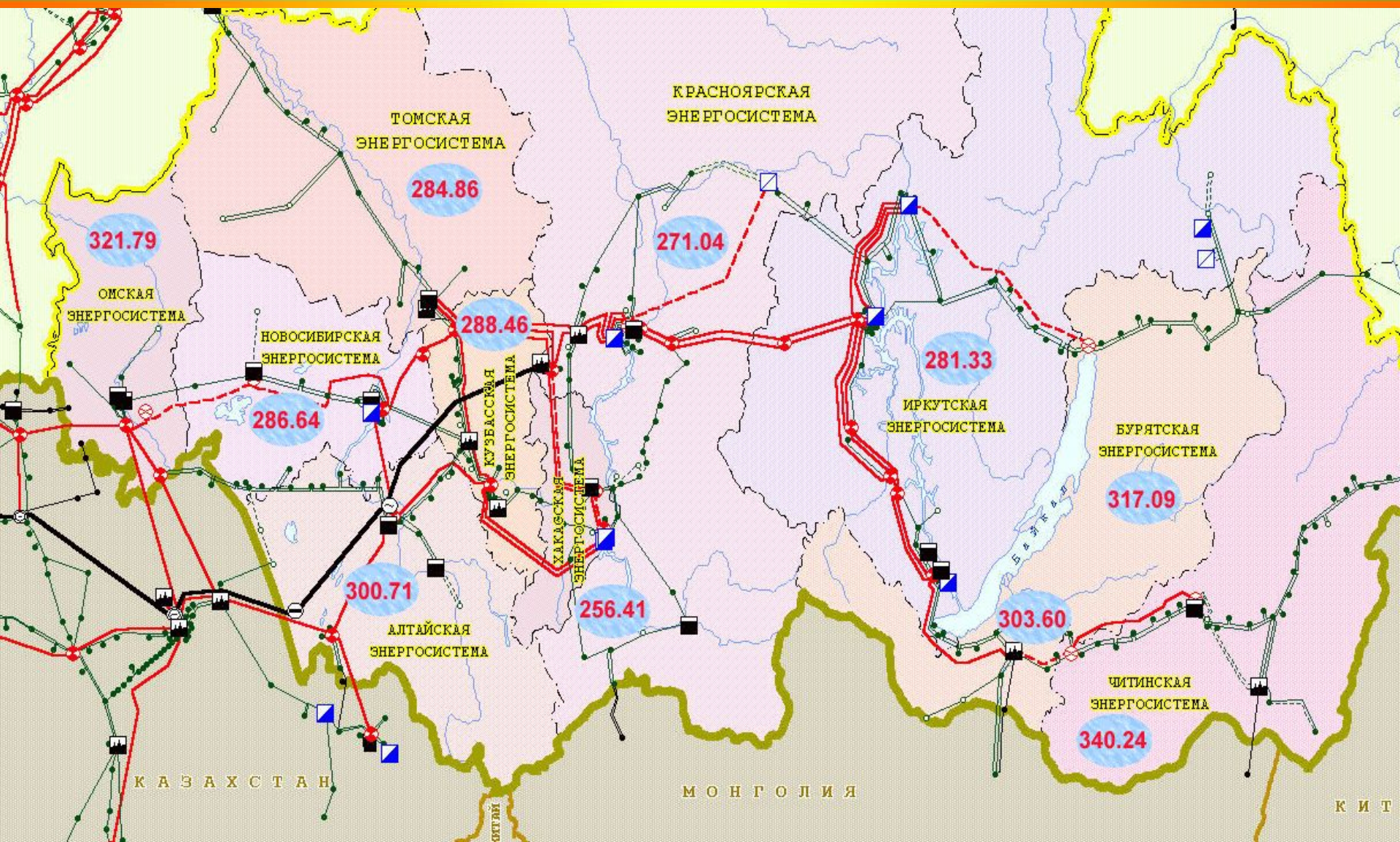
# Иллюстрация узловых цен на модельном расчете (в руб. за 1 МВтч)



# Распределение узловых цен по ОЭС Центра (для пикового часа рабочего дня сентября)

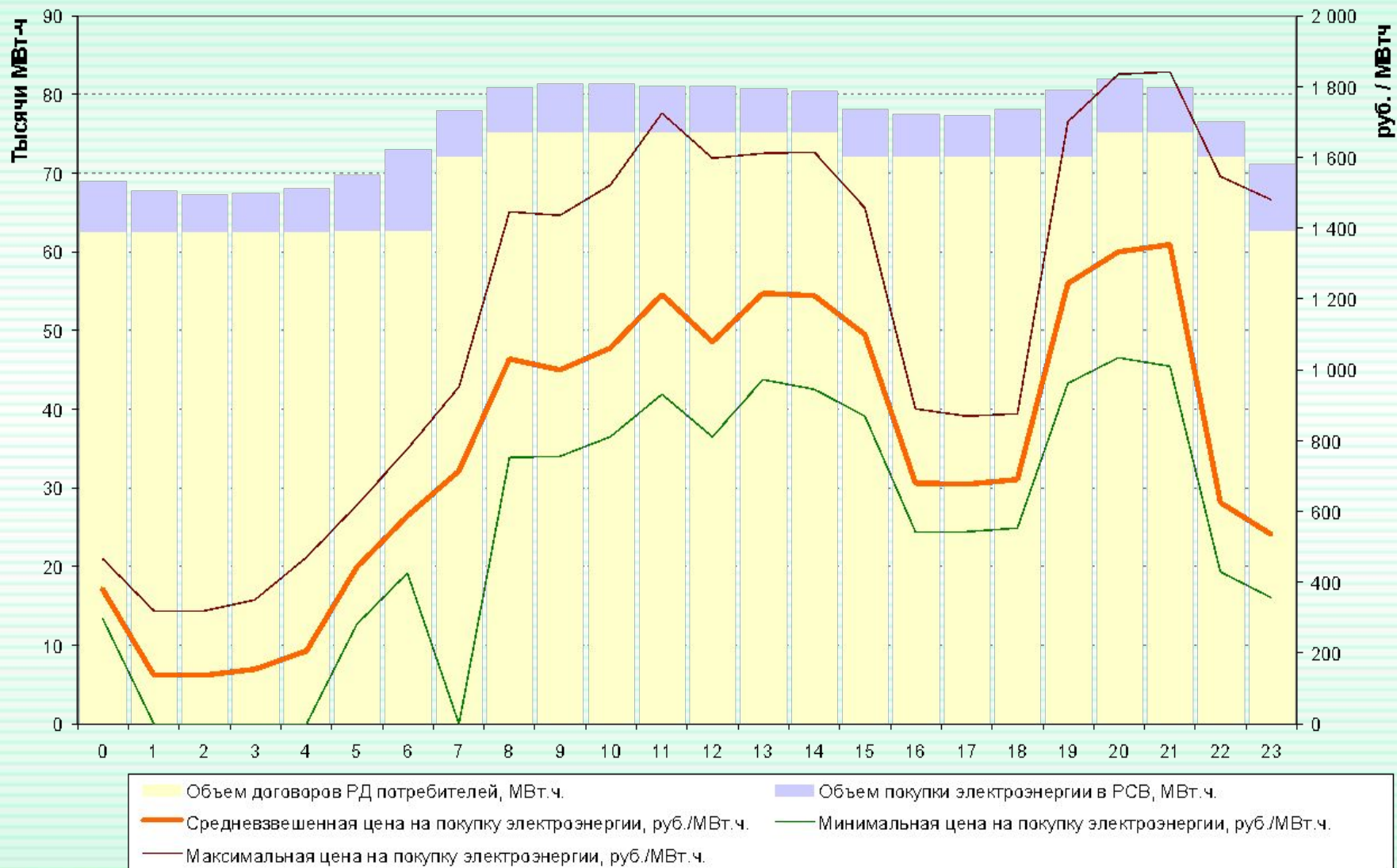


# Распределение узловых цен по 2-ой ценовой зоне (для пикового часа рабочего дня сентября)





# Суточный график результатов торгов и цен РСВ (на примере рабочего дня сентября, ОЭС Центра)

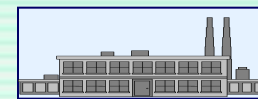


- Выбор состава генерирующего оборудования:
  - Состав работающего оборудования
  - Технические параметры работы генерирующего оборудования
  - Уровень водности для ГЭС
- Полное плановое потребление:
  - Внешние факторы: циклические факторы (суточные, сезонные), температура воздуха
  - Режим работы промышленных потребителей
- Расчетная схема ЕЭС РФ:
  - Базовая топология электросетей (локальные особенности электрических связей)
  - Актуальная топология электросетей (вывод в ремонт линий электропередач, трансформаторов)
  - Актуальные ограничения пропускной способности контролируемых сечений
  - Параметры элементов электросетей
- Ценовые стратегии участников торгов:
  - Цены и объемы в заявках участников
  - Соотношение спроса и предложения
  - Количество субъектов, участвующих в торгах

Участник 1



Двусторонний договор



Участник 2

Свободный двусторонний договор (СДД) предусмотрен в модели конкурентного оптового рынка как механизм долгосрочного планирования и хеджирования рисков изменения рыночной цены спот-рынка.

Для СДД предусмотрены следующие условия:

- Обязательная регистрация графика поставки по СДД в торговой системе АТС с целью учета при планировании режима и проведении финансовых расчетов
- При регистрации СДД для участников автоматически формируется противоположная сделка на спот-рынке, которая обеспечивает хеджирование цены и клиринг финансовых расчетов на объемы СДД
- Заключение СДД не освобождает субъектов от участия в спот-рынке («обязательный пул»)
- Финансовые расчеты по СДД производятся напрямую между сторонами в удобной для них форме
- Стороны СДД оплачивают дополнительно к цене договора разницу узловых цен (представляющую собой экономическую стоимость потерь и ограничений при передаче электроэнергии)
- СДД реализует принцип финансового договора (нет прямой физической связи между графиком выработки генератора и потребления потребителя; поставщиком по договору может выступать потребитель, покупателем – генератор)

По своей сути СДД является поставочным форвардным контрактом, реализуемым через систему организованной торговли



- «Take or pay»
  - Покупатель оплачивает запланированные объемы договора независимо от сложившейся у него потребности в электроэнергии или мощности
  - На «лишние»/ «недостающие» объемы у покупателя формируются сделки покупки/продажи в рынке на сутки вперед по конкурентным ценам
  - Генератор может произвести сам объем договора или купить в рынке на сутки вперед по конкурентным ценам у других поставщиков
  - Генератор обязан предоставить мощность, проданную им по РД
- **Объемы поставки**
  - Добровольно могут быть снижены по инициативе покупателя в части электроэнергии, обязательство по оплате мощности при этом сохраняется в полном объеме
  - Снижаются ежегодно для всех в обязательном порядке
- **Цена договора**
  - Тариф поставщиков (в 2006г и 2007гг), далее ежегодная индексация тарифов поставщиков по методике ФСТ
- **Учет потерь и системных (сетевых) ограничений при выборе контрагентов**
  - В РД заложен фиксированный норматив оплаты потерь = 3%
  - Планирование договоров происходит с учетом системных ограничений, разница узловых цен в РСВ на объем РД не оплачивается

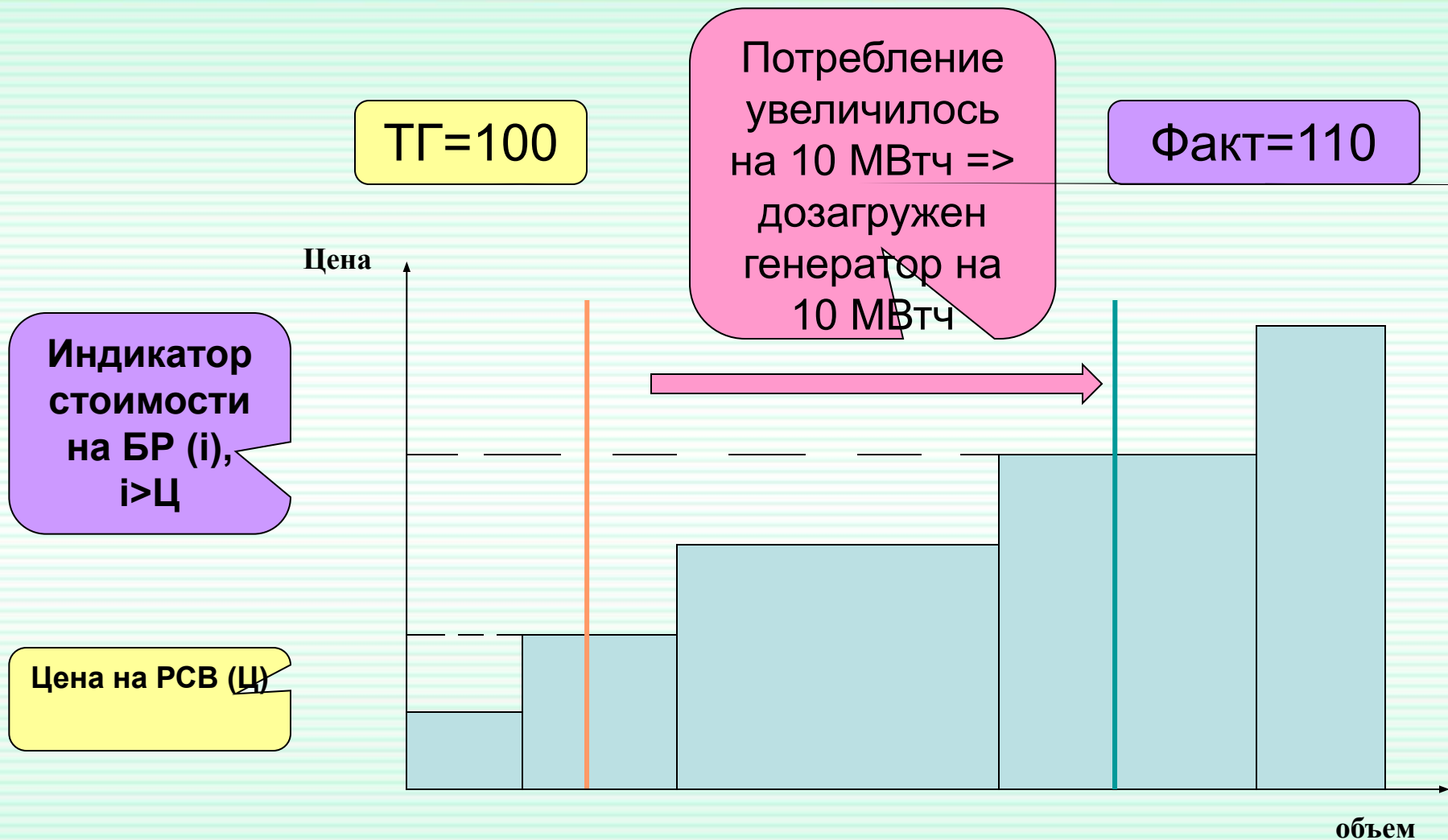
## *ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ БАЛАНСИРУЮЩЕГО РЫНКА:*

- Экономически эффективная загрузка генерирующих мощностей, основанная на минимизации стоимости поставки электроэнергии
- Формирование объективных ценовых сигналов на балансирующем рынке, дестимулирующих отклонения от плановых значений и стимулирующих выполнение команд СО по управлению режимом

Основной механизм балансирующего рынка – конкурентный отбор заявок поставщиков э/э и потребителей с регулируемой нагрузкой в режиме близком к реальному времени, исходя из минимизации стоимости удовлетворения возникшего спроса на э/э для актуальных системных условий

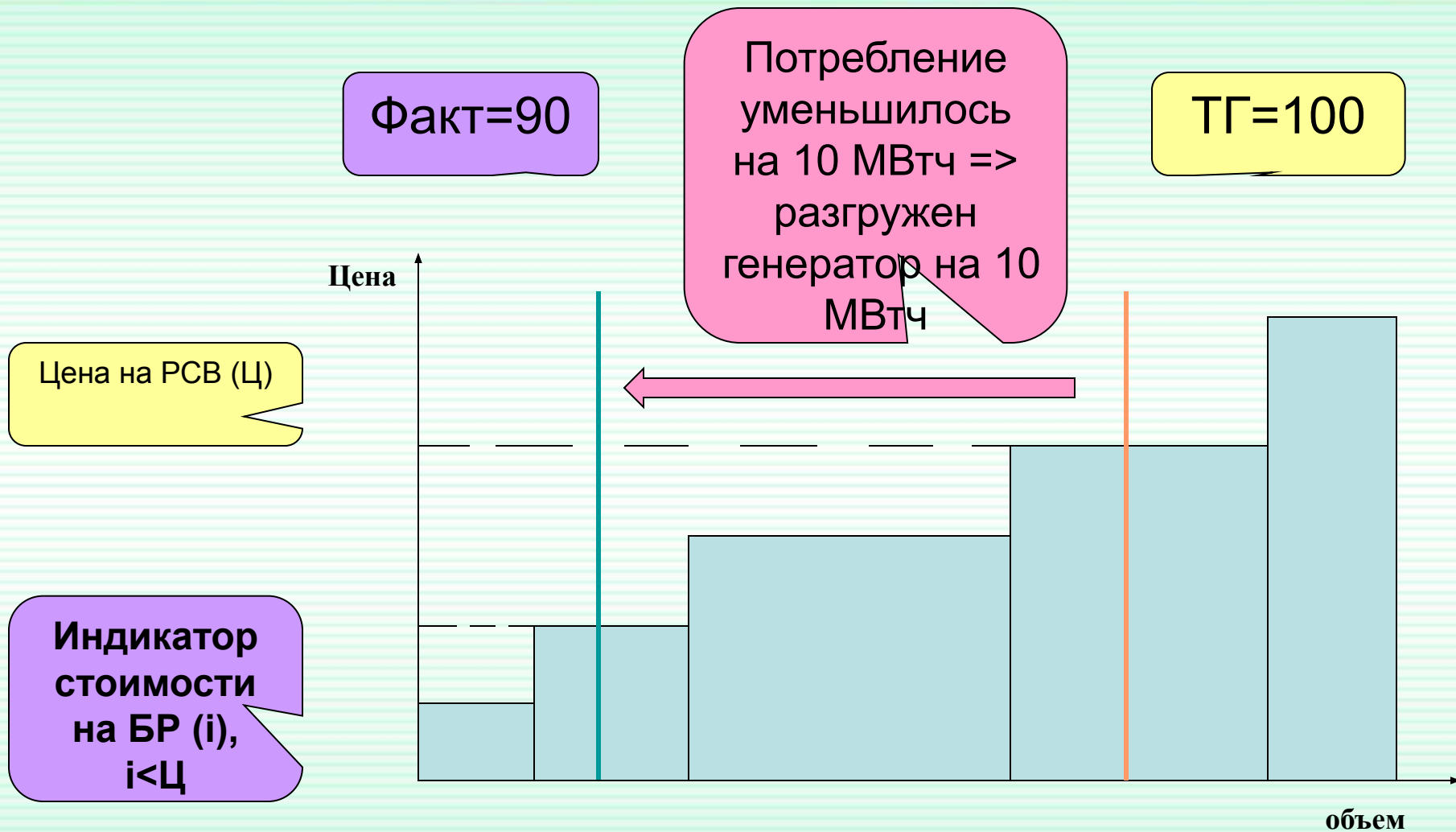
***Математический критерий оптимизации – минимизация стоимости по ценовым заявкам в БР:***

$$\sum_g \{10T_g P_{gt}(5) + \sum_{l=-2}^4 c_{gt}^l P_{gt}^l(l)\} + \sum_{c \in B} \sum_{l=1}^3 c_{ct}^{lB} P_{ct}^l(l) + 10 * \sum_{g \notin B} \sum_{l=-2}^3 T_g^l P_{gt}^l(l) \rightarrow \min$$



Генератор получает стоимость отклонений (продажа на БР) по цене БР

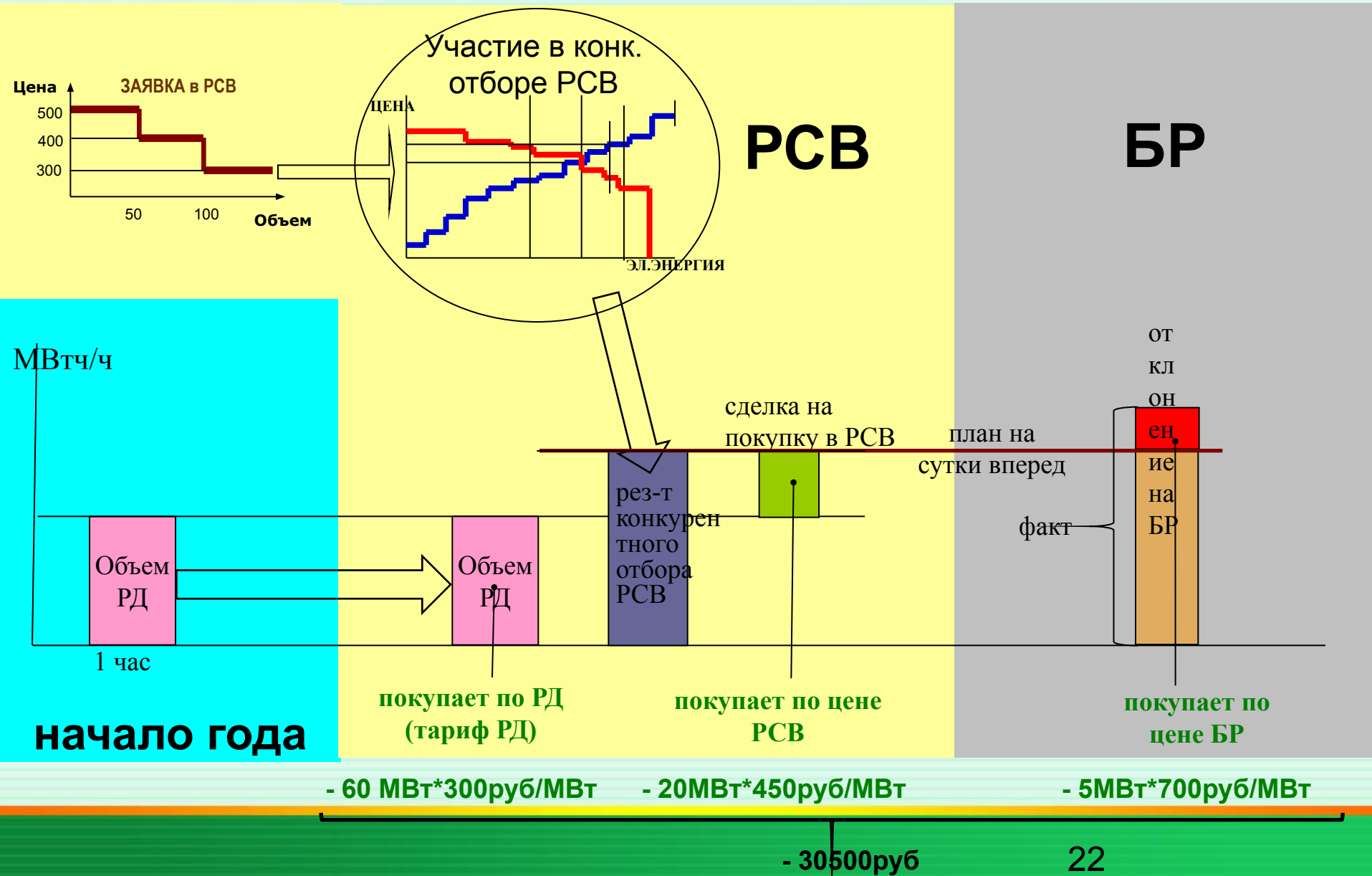
Потребитель оплачивает стоимость отклонений (покупка на БР) по цене БР



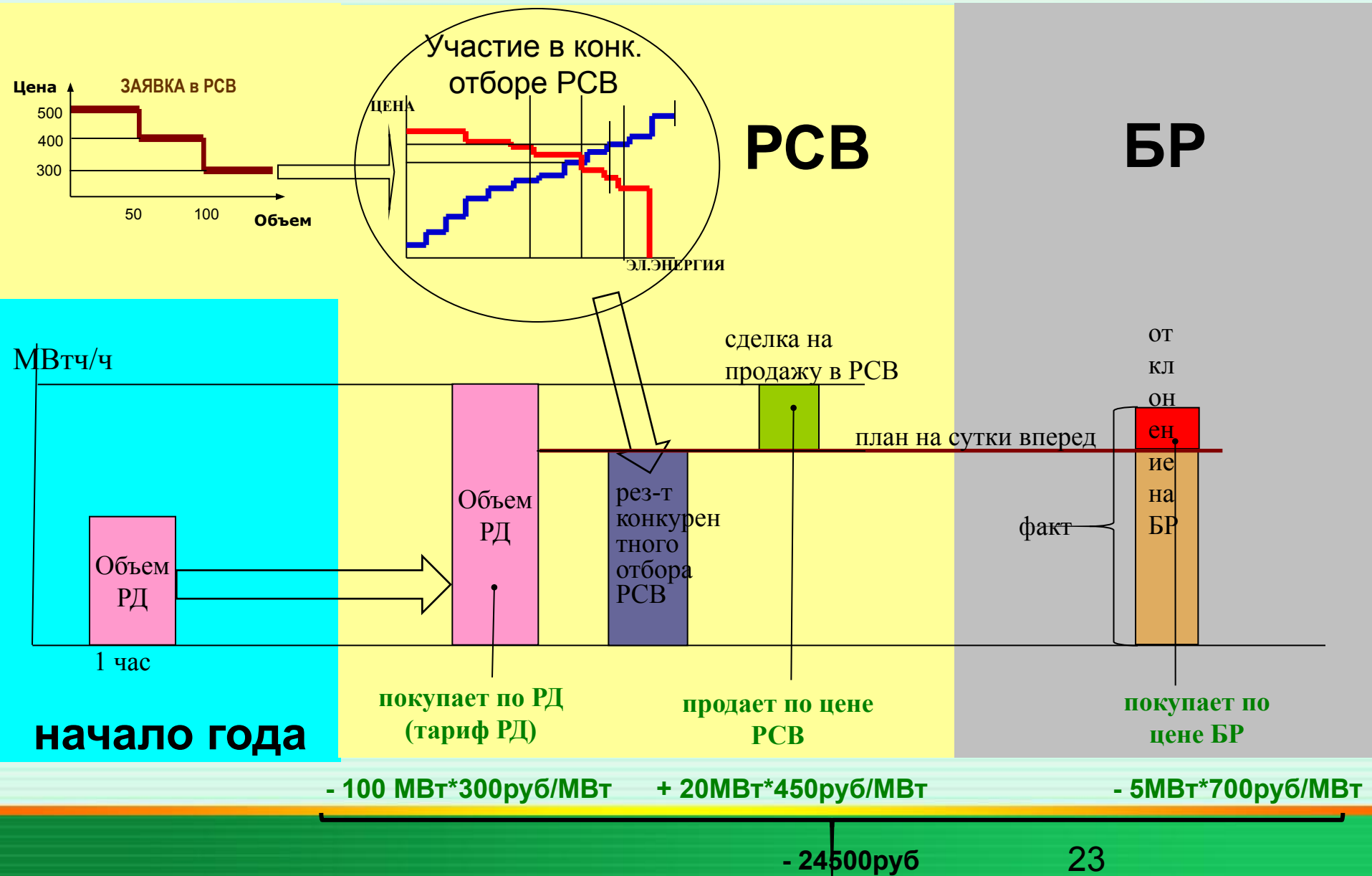
Генератор возвращает стоимость отклонений (покупка на БР) по цене БР  
 Потребитель получает стоимость отклонений (продажа на БР) по цене БР

# Взаимосвязь секторов

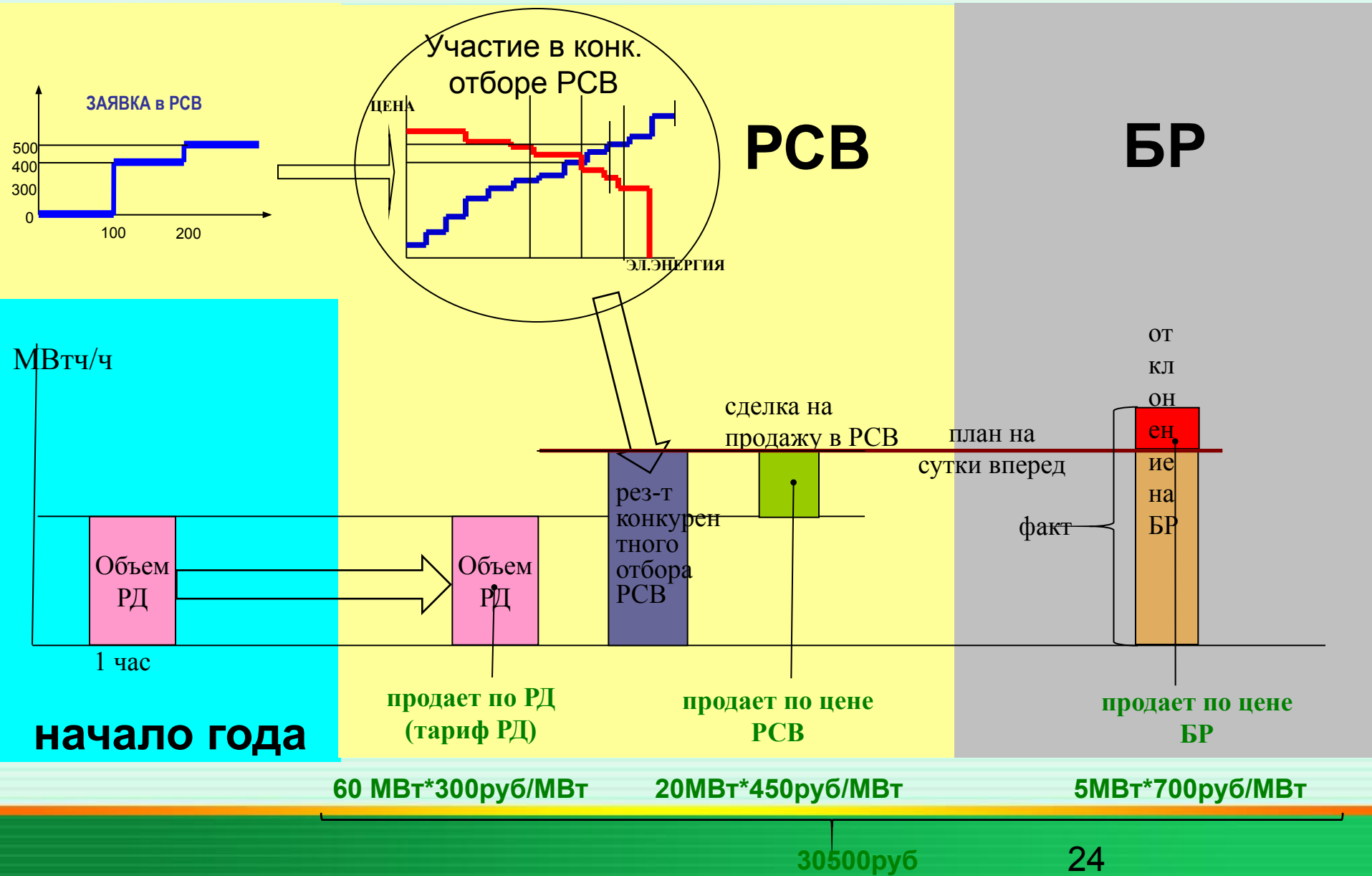
# Взаимосвязь секторов новой модели ОРЭ (на примере часового объема потребителя)



# Взаимосвязь секторов новой модели ОРЭ (на примере часового объема потребителя)

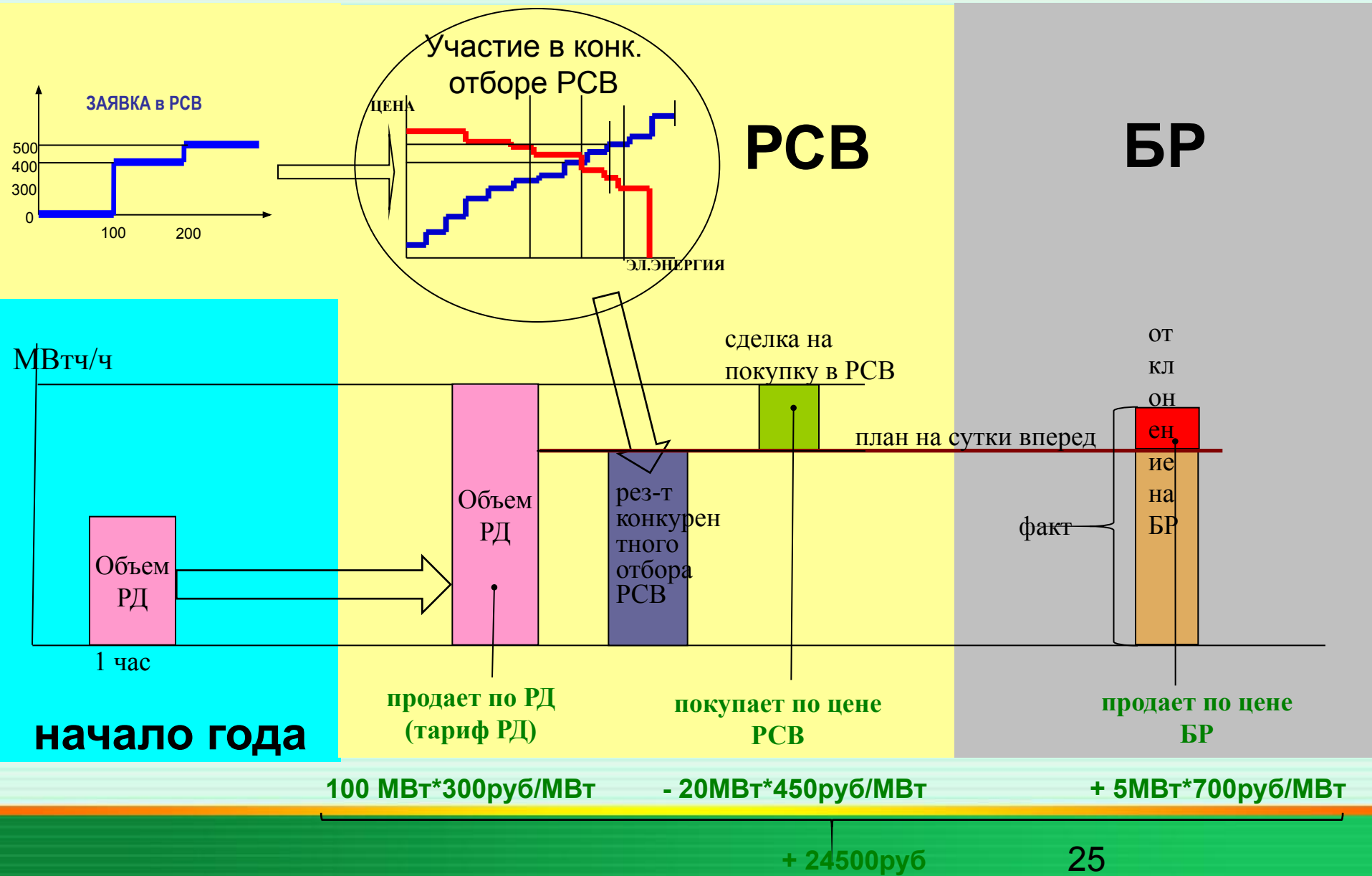


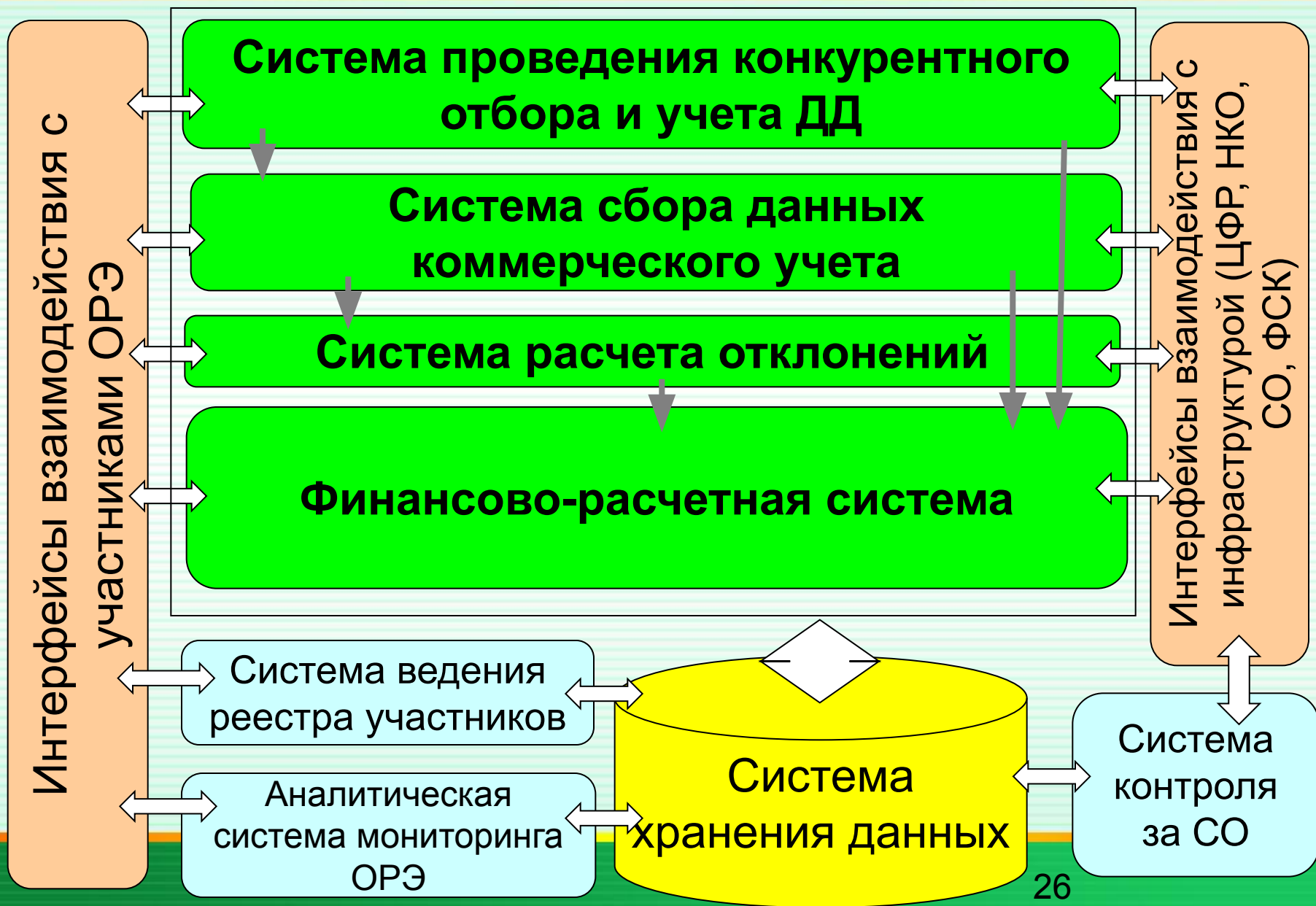
# Взаимосвязь секторов новой модели ОРЭ (на примере часового объема поставщика)





# Взаимосвязь секторов новой модели ОРЭ (на примере часового объема поставщика)





## 2. Основные показатели работы оптового рынка

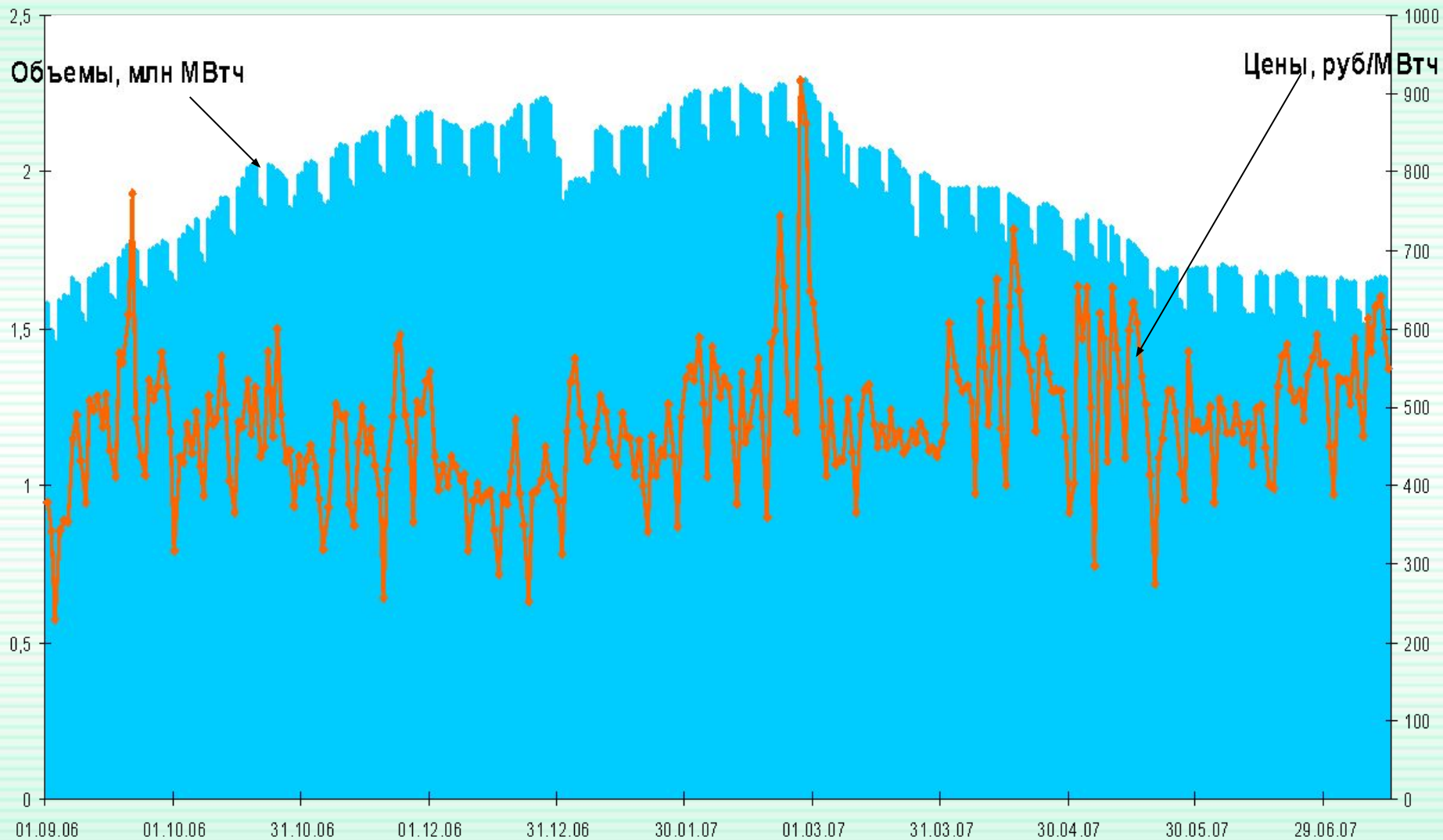
**В настоящее время на оптовом рынке электроэнергии присутствует 184 участника:**

**Поставщики электрической энергии и мощности – 55 субъектов, в том числе:**

- Оптовых генерирующих компаний (ОГК) – 7.
- Территориальных генерирующих компаний (ТГК) – 9.
- Генерирующих компаний и отдельных электрических станций – 38
- Атомная генерирующая компания (Росэнергоатом) – 1

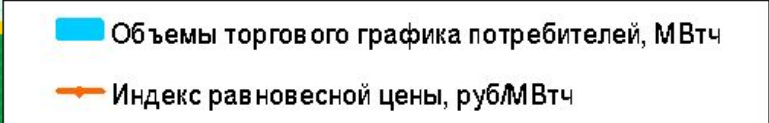
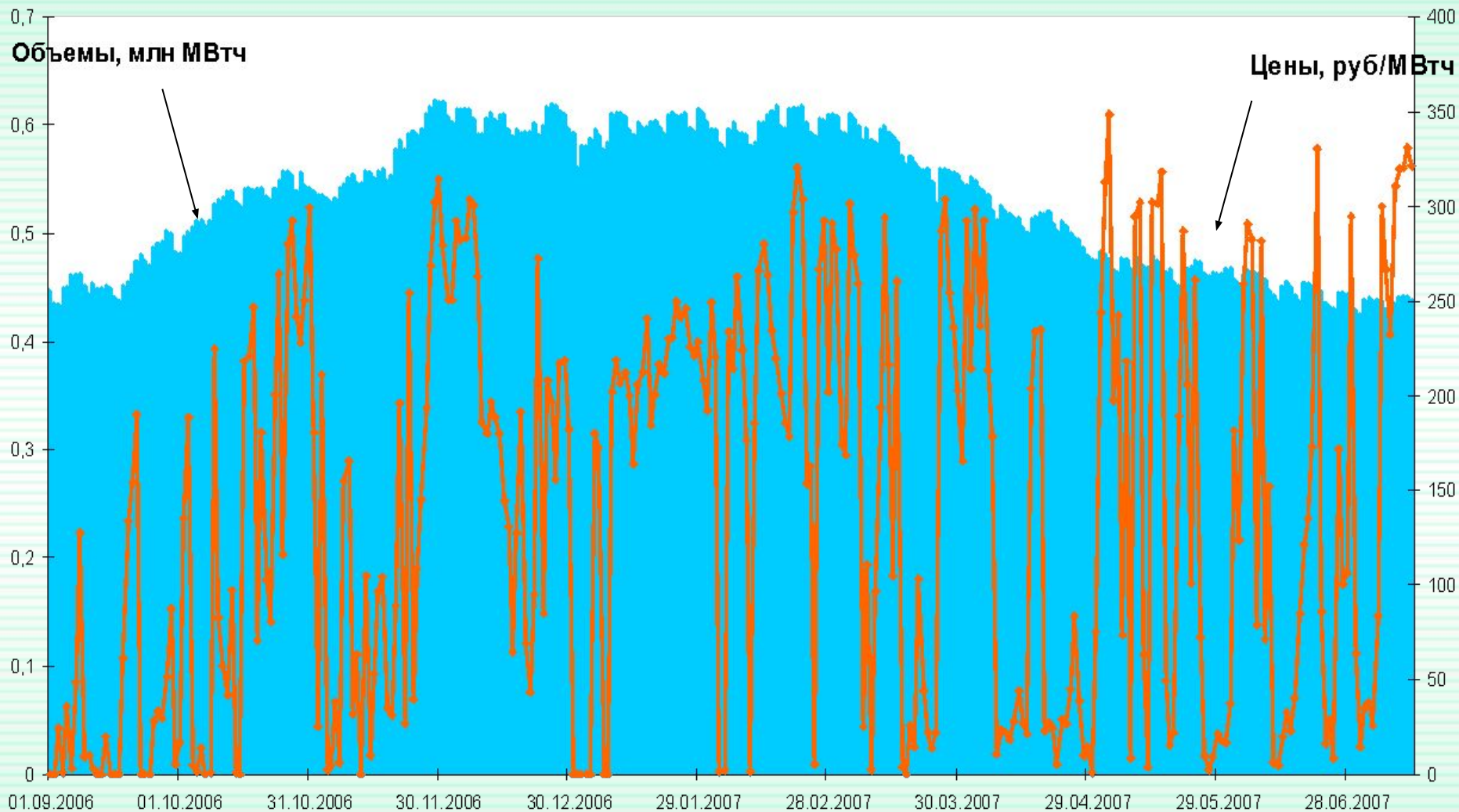
**Покупатели электрической энергии и мощности – 129 субъектов, в том числе:**

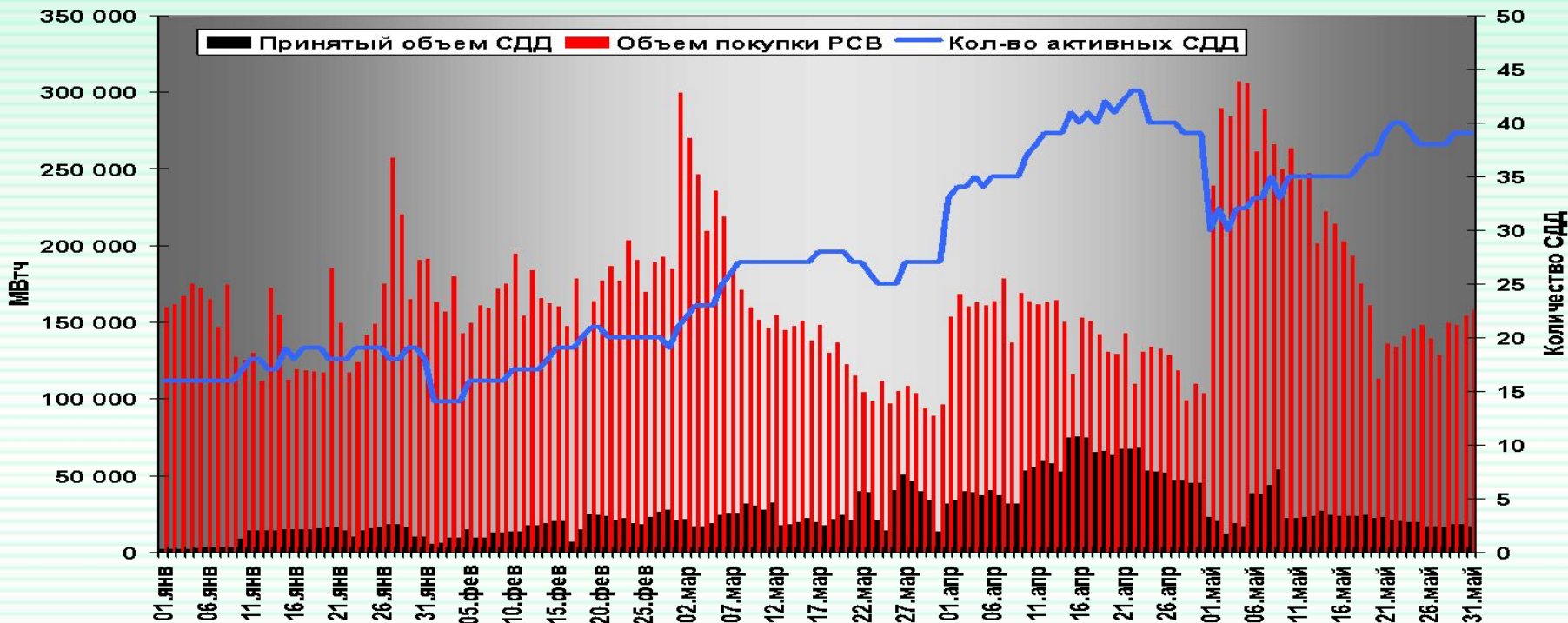
- Энергосбытовые и энергоснабжающие организации (ЭСБ, ЭСО) – 102
- Крупные потребители – 26
- Организации, осуществляющие экспортно-импортные операции – 1



Объемы торгового графика потребителей, МВтч

Индекс равновесной цены, руб/МВтч



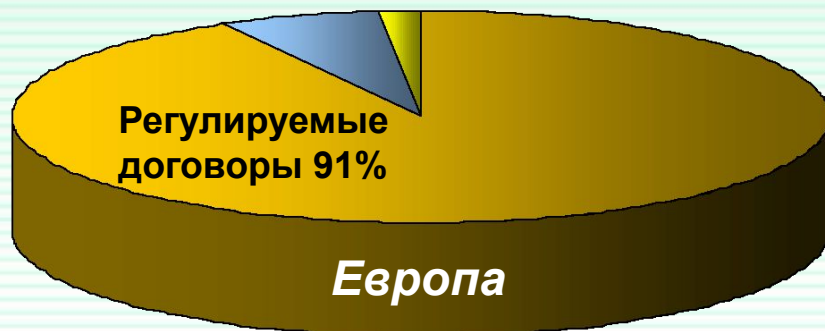


**Несмотря на сезонное снижение потребления, объемы и количество свободных договоров растут – инструмент становится все более и более востребованным**

**В ближайшей перспективе с увеличением доли нерегулируемой торговли свободный договор должен стать основной альтернативой регулируемых договоров**

Рынок  
«на сутки вперед» 7%

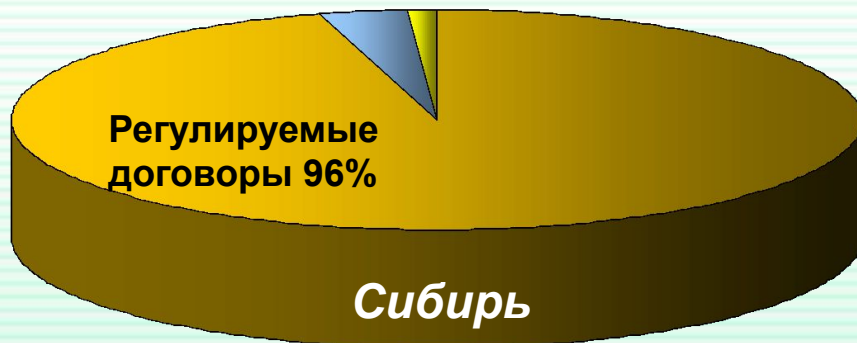
Балансирующий  
рынок 2%



✓ Суммарный объем покупки потребителями за I полугодие 2007 года составил 440,2 млн МВтч

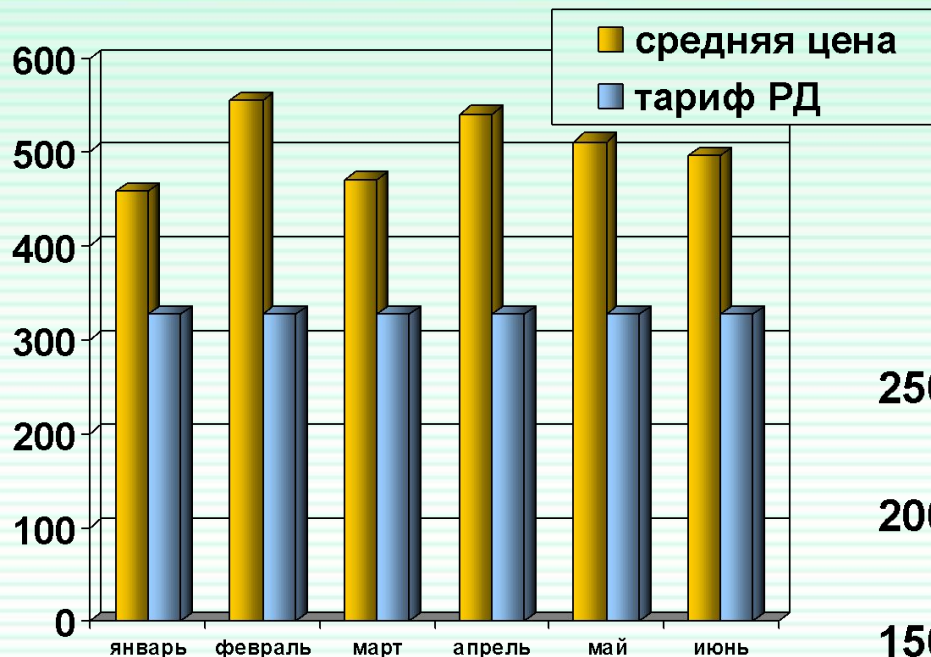
Рынок  
«на сутки вперед» 3%

Балансирующий  
рынок 1%



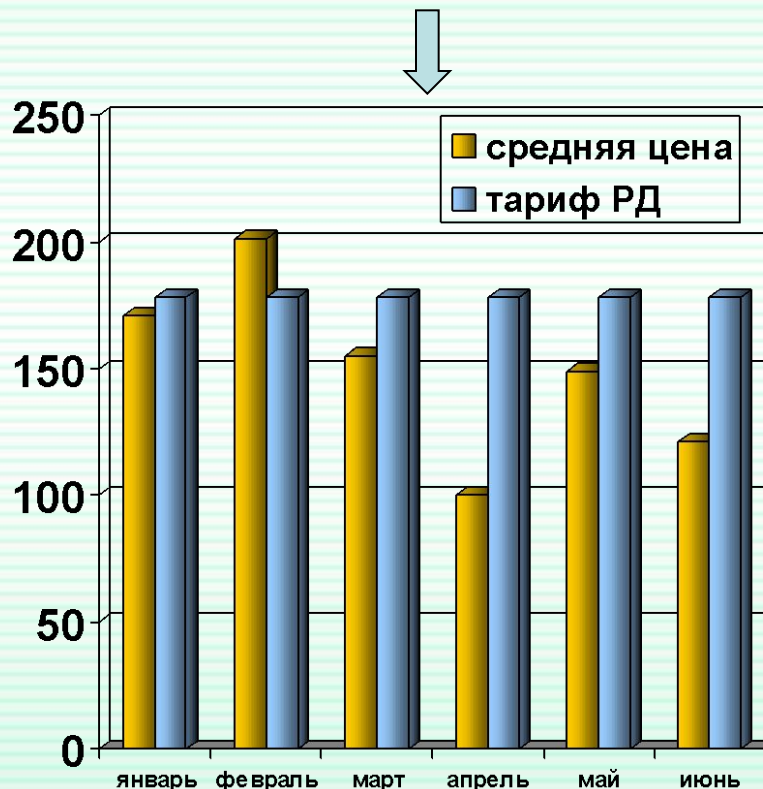
✓ Из них:  
350,2 млн МВтч в Европе  
90 млн МВтч в Сибири





Сравнение средней равновесной цены на РСВ с тарифом РД в Европе

Сравнение средней равновесной цены на РСВ с тарифом РД в Сибири



- ✓ Происходит адекватное изменение цены РСВ по времени суток, дням недели, в соответствии с балансом спроса и предложения
- ✓ Механизм ценообразования на РСВ адекватно отражает возникновение системных ограничений по передаче электроэнергии: в ограниченных областях с дефицитом генерации цена становится выше
- ✓ Важным фактором, влияющим на ценообразование является выбор состава генерирующего оборудования на операционные сутки – необходима экономическая оптимизация и на этом этапе планирования
- ✓ Участники заключают свободные двусторонние договоры, постепенно увеличивается количество таких договоров, их объемы и длительность
- ✓ Балансирующий рынок с помощью экономических стимулов обеспечивает механизм компенсации отклонений в энергосистеме в режиме реального времени и минимизирует отклонения фактических графиков участников рынка от плановых