

**Механизм ВСВГО. Принципы работы. Корректировка заявок РСВ.  
Способы оплаты запусков дополнительного оборудования на  
ОРЭМ**

**Андрей Перевертаев**  
*Департамент торговли*

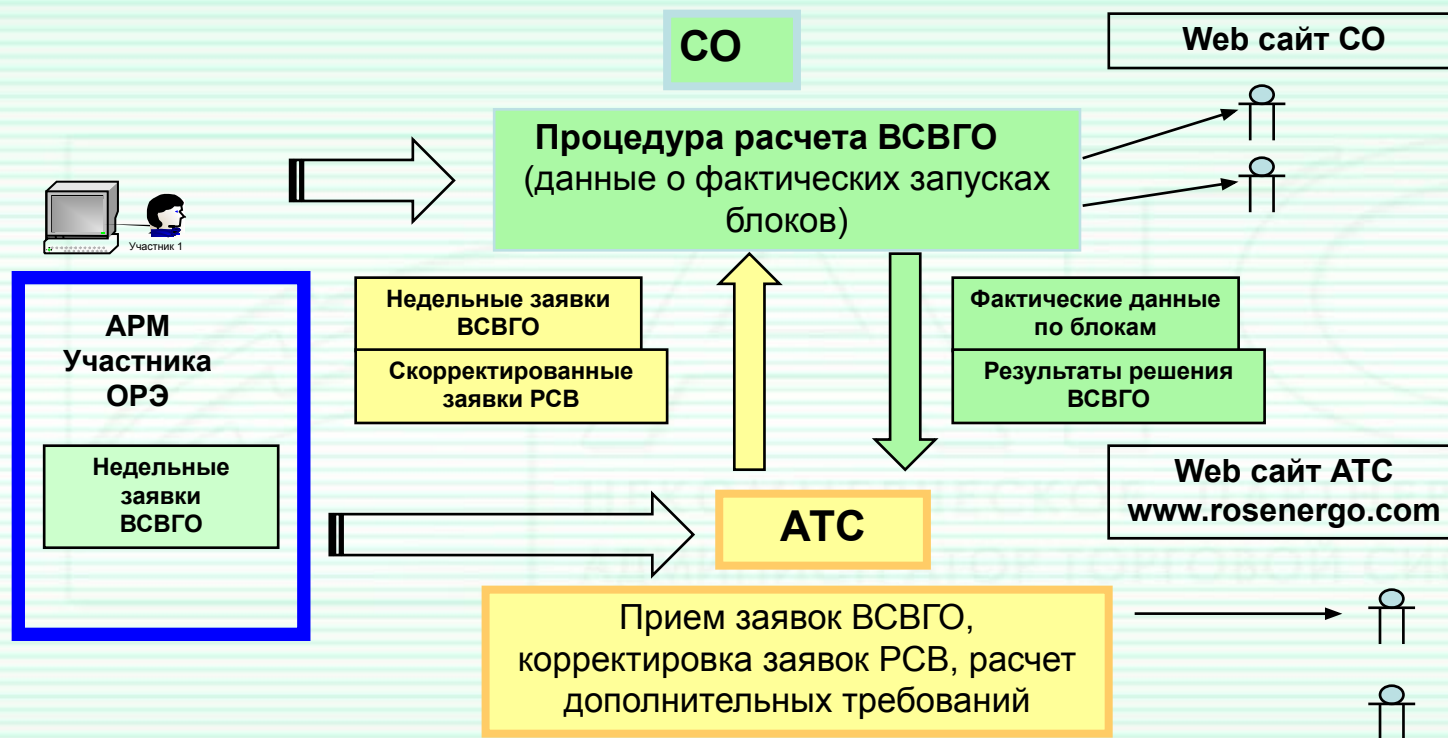
**23.04.2008**

## Теоретические основы ВСВГО

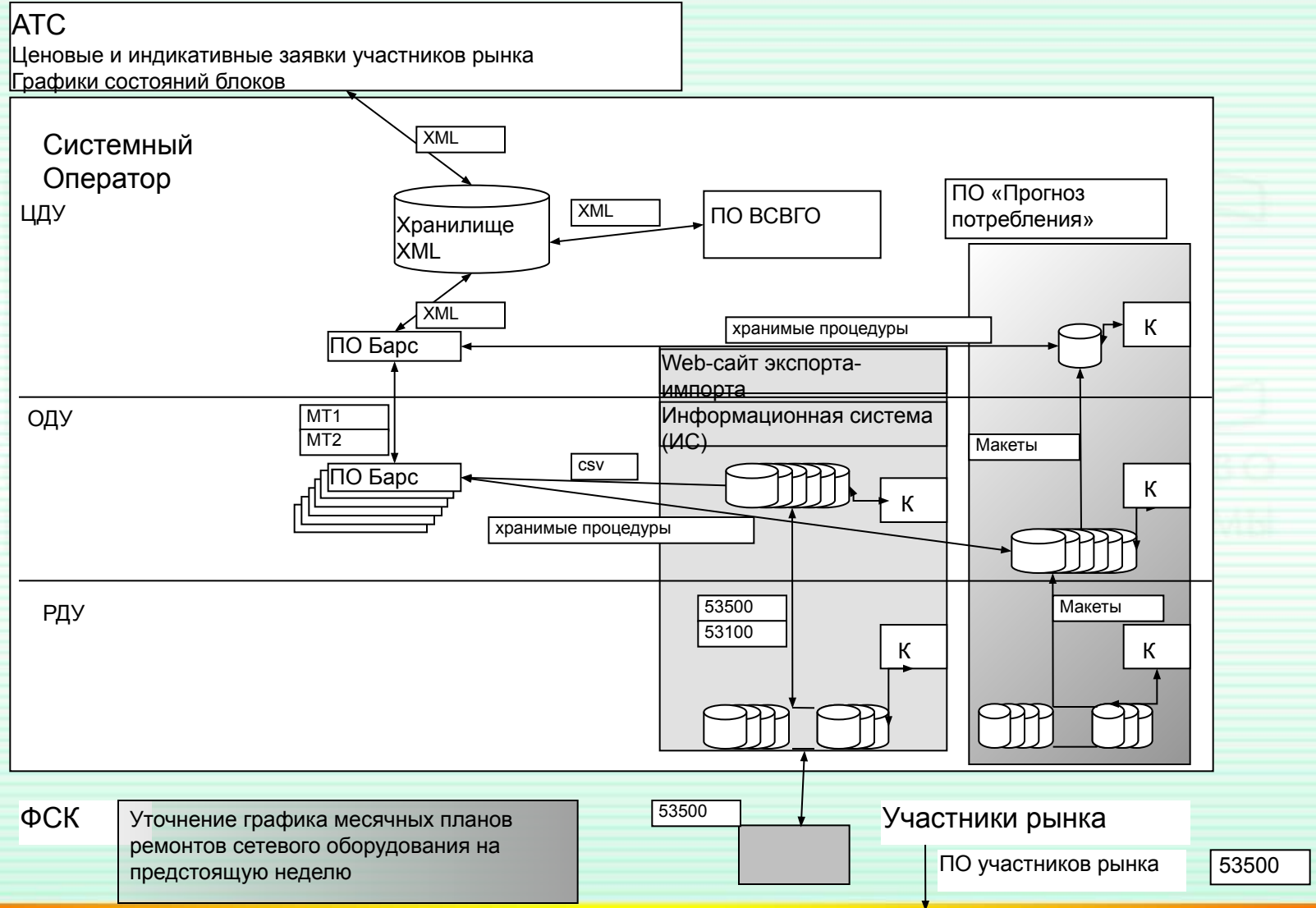


Параметры, используемые СО для проведения процедуры ВСВГО	
Существующая ранее технология	Новая технология
<ul style="list-style-type: none"> <li>•балансы мощности и энергии в ЕЭС и отдельных регионах;</li> <li>•покрытие максимальной и минимальной нагрузки потребления, обеспечение необходимых резервов активной мощности на загрузку и разгрузку;</li> <li>•выполнение технологических ограничений по составу и параметрам оборудования станций;</li> <li>•обеспечение экономичности режимов;</li> <li>•учет графиков ремонтов оборудования;</li> <li>•учет обеспеченности топливом станций;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•балансы мощности и энергии в ЕЭС и отдельных регионах;</li> <li>•покрытие максимальной и минимальной нагрузки потребления, обеспечение необходимых резервов активной мощности на загрузку и разгрузку;</li> <li>•выполнение технологических ограничений по составу и параметрам оборудования станций;</li> <li>•обеспечение экономичности режимов;</li> <li>•учет графиков ремонтов оборудования;</li> <li>•учет обеспеченности топливом станций;</li> <li>•минимизация числа пусков-остановов блоков;</li> <li>•ценовые заявки с указанием цены за пуск оборудования участников ОРЭМ;</li> </ul>

## Общая схема функционирования ВСВГО



## Архитектура технологии ВСВГО



# АДМИНИСТРАТОР ТОРГОВОЙ СИСТЕМЫ ОПТОВОГО РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

## Этапы внедрения технологии ВСВГО

	Переходная модель	Целевая модель
<b>Срок действия модели</b>	с 01.12.2007 до момента выхода ПП РФ, описывающего технологию ВСВГО	с момента выхода ПП РФ
<b>Подаются ли участниками заявки ВСВГО?</b>	Да, но не всеми, а только добровольцами - ВСВГО	да всеми
<b>Что формально означает подача участником заявки ВСВГО?</b>	Ничего не означает: в регламентах нет никакого упоминания о ВСВГО. Фактически заявки на ВСВГО будут приниматься только в форме ограничений сверху на заявки в РСВ	Заявка ВСВГО является ограничением «сверху» для заявки РСВ: генератор обязуется подавать в РСВ заявку не хуже, чем он указал в ВСВГО.
<b>Корректировка заявок РСВ на основании заявок ВСВГО.</b>	Используется возможность подачи участником «уведомления об ограничении значения цены в ценовых заявках на планирование объемов производства в отношении ГТП генерации» пункт 3.2.3 Регламента № 5	Если заявка РСВ оказывается «хуже» заявки ВСВГО, то цены в ступенях заявки РСВ должным образом корректируются. В регламенты №5 и №7 вносятся соответствующие правки, дающие основания для корректировки заявки в РСВ.
<b>Оплата пусков блоков ВСВГО</b>	Оплата выполняется в рамках БР. с использованием 4-ой ступень в заявке на ВСВГО, ограничивающей 4-ую ступень в ценовой заявке на РСВ, которая используется в БР. Факт пуска в РСВ соответствует факту пуска в БР и оплачивается по существующим правилам БР.	Оплата выполняется в рамках РСВ. Ежемесячно потребители оплачивают пуски блоков пропорционально разнице максимальной и минимальной величин ТГ, зафиксированных в течение месяца. Эта оплата относится в небаланс РСВ, но отдельную от ФРУЦ РСВ.
<b>Какие процедуры взаимодействия с СО может потребоваться регламентировать?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Информация о генерирующем оборудовании: к 22 числу каждого месяца заноситься в реестр АТС</li> <li>•СО в ежедневном режиме в день X+3 будет передавать в АТС данные о подтверждении факта обеспечения готовности генерирующего оборудования в день X.</li> </ul>	

## Первый этап технологии ВСВГО

Участник, подавший УМОЦ в ОАО «АТС», фиксирует ограничение цены в основных и дополнительных парах «цена - количество» в заявках на РСВ и получает возможность участвовать в технологии ВСВГО.

УМОЦ подается с помощью специализированного ПО ОАО «АТС» АРМ «Участника ОРЭ».

УМОЦ передаются в ОАО "СО ЕЭС" и используются им в расчете оптимизации выбора состава включенного генерирующего оборудования, на ряду и со старой технологией планирования.

Поставщики, имеющие наименьшие переменные издержки, в условиях работы технологии ВСВГО получают возможность получить плату за пуск оборудования в РСВ.

При работе по новой схеме, Системный оператор будет еженедельно планировать состав предлагаемого для участия в генерации оборудования, а участники рынка - добровольно подавать в ОАО «АТС» заявки о доступности мощностей для ВСВГО по отдельным блокам электростанций. В такой заявке обязательно указываются и ценовые параметры - верхние оценки стоимости запуска и остановки каждого энергоблока, а так же цена поставляемой электроэнергии.

Системный оператор, отбирая заявки на конкурентной основе, производит еженедельный расчет режимов работы генерирующих мощностей и предлагает оптимальный состав доступного для заказа оборудования, обеспечивающий минимальную стоимость поставок. Возможность же выбора генерирующих мощностей на конкурентной основе будет способствовать снижению цены на электроэнергию, реализуемую поставщиками в рынке «на сутки вперед».

Создание конкуренции между генераторами за неделю до суток фактической поставки за право быть включенным и привязка цены в заявках генераторов к топливной составляющей и стоимости запуска оборудования создает стимул для генераторов не завышать (уменьшать) цену в заявке на РСВ, тем самым обеспечивая снижение цены РСВ.

В расчете ВСВГО на первом этапе участвуют *176 энергоблоков ЕЭС России без ОЭС Сибири общей мощностью 53300 МВт и 42 энергоблока ОЭС Сибири общей мощностью 8600 МВт.*

## Второй этап технологии ВСВГО

Второй (целевой) этап внедрения технологии ВСВГО будет запущен после принятия Постановления РФ по мощности.

В части приема и обработки заявок АТС проведет модификацию формы заявки, в результате которой участники ОРЭМ будут указывать цену останова блока, скорость сброса-набора нагрузки и т.д.

Со стороны СО ПАК ВСВГО будет доработан в части обработки случаев останова блоков, будут учтены ценовые характеристики, скорости сброса-набора, ограничения на объем топлива.

Алгоритм расчета стоимости запуска дополнительного оборудования в АТС не изменится, но объем запуска и рассчитанная стоимость будет учитываться в небалансе РСВ.

Дополнительные параметры заявки ВСВГО впоследствии будут учтены при расчете готовности генерирующего оборудования, как дополнительные элементы (дельты) при расчете коэффициента способности.

## Модель КО ВСВГО

На период запуска ВСВГО (с 1 декабря до даты вступления в силу Постановления РФ по мощности) сохраняется действующая процедура ВСВГО и формирования ПДГ в параллельном режиме. Результаты действующей процедуры будут применяться в случае, если процедура ВСВГО по новой (формальной) технологии признана несостоявшейся.

Процедура выбора работающего оборудования (ВСВГО) на неделю

Ординарная неделя для выбора оборудования (ВСВГО) начинается с пятницы и заканчивается следующей пятницей. При этом ценовые заявки, подаваемые на ВСВГО

Участниками, действуют:

для ограничений сверху на ценовые заявки в РСВ (БР) - с 0-00 субботы и до 24-00 следующей пятницы;

для стоимости останова блока – с 0-00 пятницы и до 24-00 четверга.



## Модель КО ВСВГО

В день Д-2 (среда) к 16-30:

- СО формирует предварительную топологию сети на неделю вперед для учета сетевых ограничений, с учетом подтверждения, полученного от сетевых компаний о готовности к проведению ремонтов сетевого оборудования в соответствии с плановым графиком.
- СО принимает предварительное решение о выводе в ремонт генерирующего оборудования

До 8-00 дня Д-1 (четверг)

поставщики:

1. заявляют СО актуальные на этот день и предварительные на ближайшую неделю ВСВГО данные о готовности генерирующего оборудования с учетом согласованных графиков ремонтов,
2. указывают СО верхние пределы для цен в заявках на РСВ (по ГТП) в зависимости от числа включаемых в работу блоков и/или их состава следующим образом:

для каждого блока  $b$ , относящегося к ГТП генерации  $g$ , подается трехступенчатая ценовая заявка с параметрами  $c_b^l$  - «цены»,  $P_{bt}^{l\max}$  - «количества» в  $l$ -й паре <цена, количество>,  $l=1,2,3$

## Модель КО ВСВГО

В день Д-1

СО на неделю ВСВГО:

- определяет прогноз потребления и требования к резервам
- формирует актуализированную расчетную модель на день Д и набор плановых/прогнозных расчетных моделей на неделю ВСВГО
- к 12-30 решает задачу оптимизации ВСВГО ((ВО) - см.ниже раздел 4) с начальными данными дня Д-1 и прогнозом на неделю, сообщает решение Участникам (АТС). Решение (вместе с расчетом почасового ВСВГО на следующий день – см. п.3.3) определяет выбор оборудования на сутки Д (для проведения торгов на РСВ, но с возможностью корректировок на БР) и предварительный выбор оборудования на сутки Д+1 и оставшуюся неделю ВСВГО до следующего дня Д.

## Модель КО ВСВГО

Процедура выбора работающего оборудования на сутки  $X=D, D+1, D+2, \dots$

В соответствии с действующим в настоящее время регламентом, поставщики заявляют СО актуальное состояние (подтверждают готовность) генерирующего оборудования на сутки  $X$ , а также указывают изменения по сравнению с информацией дня  $D-1$ , ожидаемые на оставшуюся неделю ВСВГО до следующего дня  $D$  (следующей пятницы)

СО к 12-30 решает задачу оптимизации ВСВГО с начальными данными дня  $X-1$  и прогнозом на день  $X, X+1$  и сообщает решение Участникам (АТС). Решение (почасовой расчет ВСВГО на день  $X$  вместе с прогнозным расчетом почасового ВСВГО на день  $X+1$ ) определяет выбор оборудования на сутки  $X$  (для проведения торгов на РСВ, но с возможностью корректировок на БР) и предварительный выбор оборудования на сутки  $X+1$ . (На оставшуюся неделю ВСВГО до следующего дня  $D$ , если  $D$  не  $X+1$ , сохраняется состав, выбранный в ВСВГО на неделю)

СО проверяет на выбранном составе возможность прохождения точек

максимальной и минимальной прогнозной нагрузки, выполнение суточных интегральных ограничений по ГЭС и ТЭС, соблюдение сетевых ограничений в промежуточных точках суточного графика, соответствующие региональным максимумам и минимумам и др.

В случае невыполнения ограничений в сутки, начиная с первого после выходных рабочего дня недели ВСВГО, проводится повторное решение задачи ВСВГО за день до начала рабочей недели на оставшуюся неделю ВСВГО с уточненным прогнозом потребления.

## Модель КО ВСВГО

Математическая постановка задачи выбора оборудования

На 1-м этапе (до проведения тестирования с помощью имитационных торгов) решается задача оптимизации ВСВГО в простейшей постановке:

$$(BO) \quad \sum_d \sum_{t \in d} \sum_g \sum_{b \in g} \{c_b^1 \underline{I}_b^{\min} \delta_{bt} + \sum_{l=1}^3 c_b^l (P_{bt}^l - \underline{I}_b^{\min} \delta_{bt}) + \Delta_b [\delta_{bt} - \delta_{b(t-1)}]^+\} \rightarrow \min$$

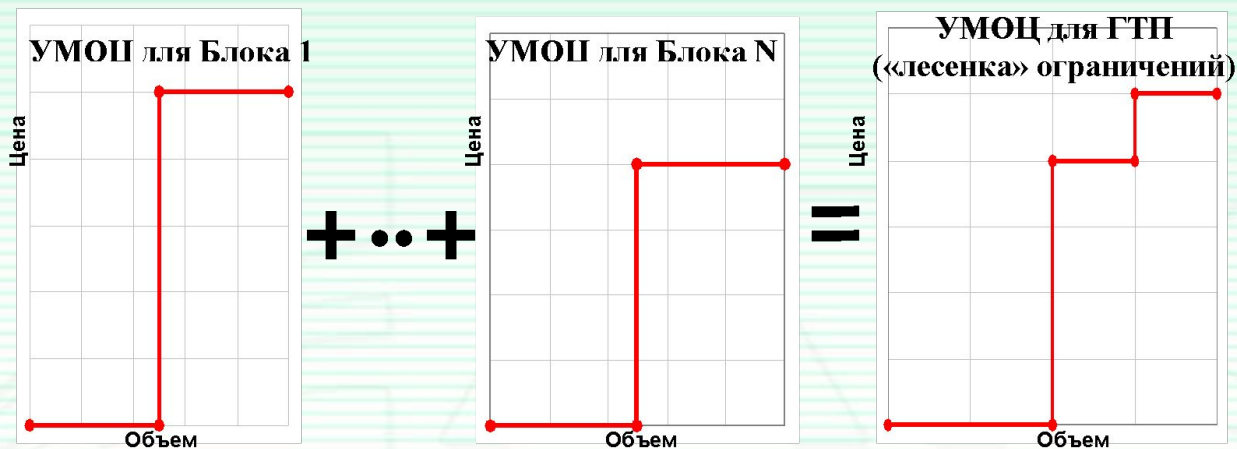
при наличии: балансовых ограничений, ограничений по реактивной мощности и по пропускной способности контролируемых сечений, соответствующих ограничениям

конкурентного отбора РСВ и БР для переменных  $P_{gt} = \sum_{b \in g} \sum_{l=1}^3 P_{bt}^l$ , ограничений на

переменные  $\underline{I}_{bt} = \sum_{l=1}^3 P_{bt}^l$ , обусловленных техническими минимумом  $\underline{I}_b^{\min}$  и максимумом

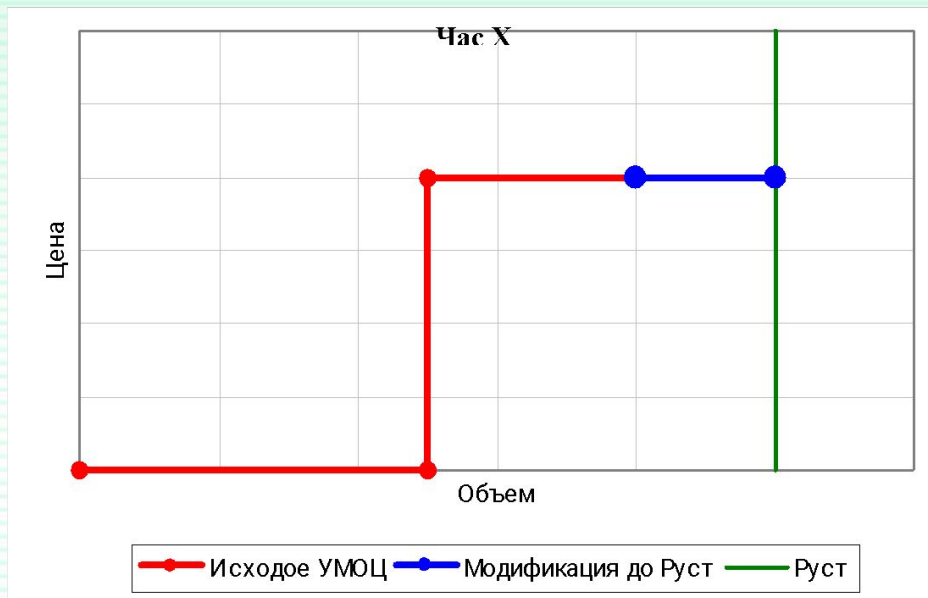
$\underline{I}_b^{\max}$  блока b (с учетом резервов) – для всех b, t:

## Корректировка заявок РСВ



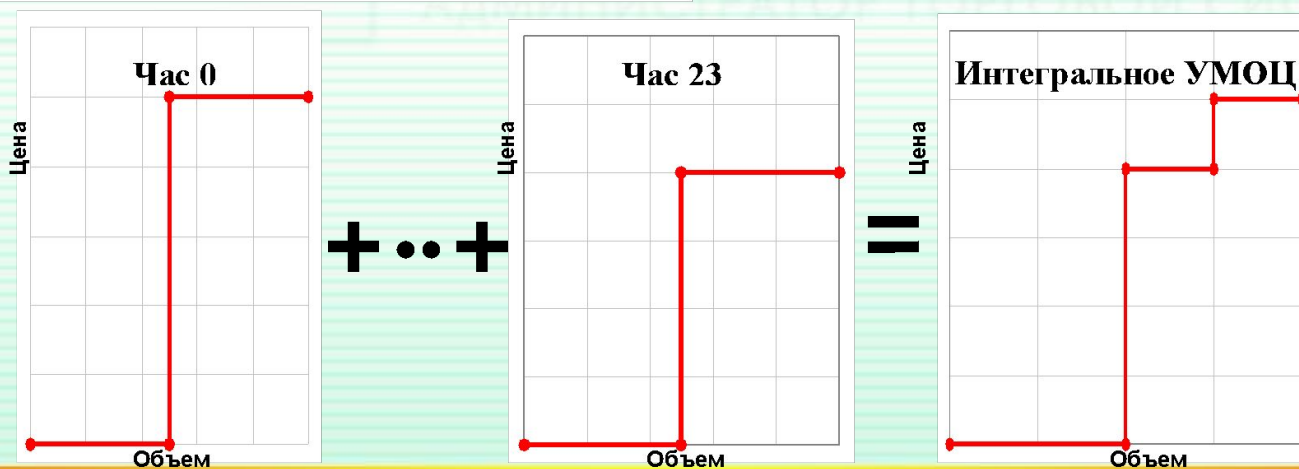
1. Администратором торговой системы для каждого часа на основании полученных от Участника оптового рынка по данной ГТП УМОЦ в отношении единиц генерирующего оборудования (блоков), по которым имеется подтверждение СО о включении в сеть на операционные сутки, формируется «лесенка» ограничений на заявки посредством горизонтального суммирования пар «цена-количество», указанных в полученных уведомлениях для этих блоков, т.е. выстраивает значения «цен» по возрастанию и определяет значения «количеств», им соответствующие, нарастающим итогом

## Корректировка заявок РСВ

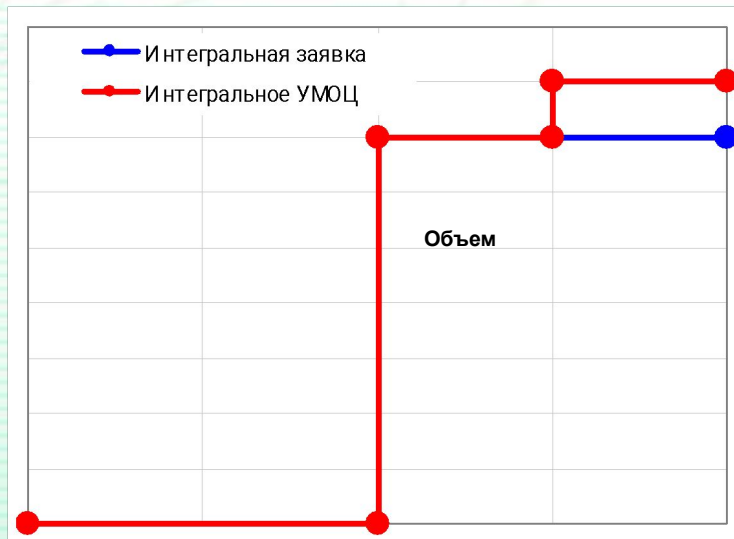
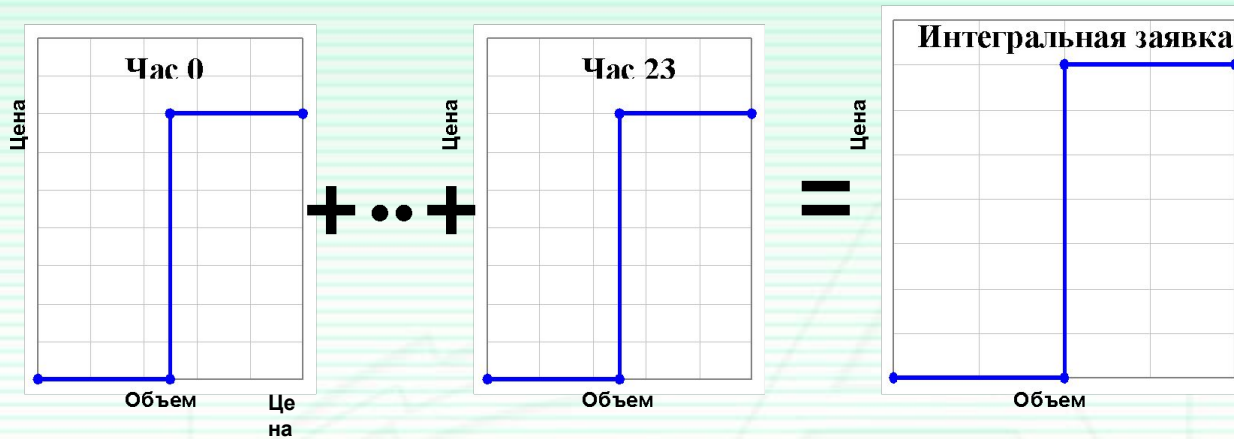


2. Если значение «количество» в сформированной «лесенке» (УМОЦ для ГТП) оказывается меньше установленной мощности данной ГТП, то последняя ступень продлевается до установленной мощности ГТП.

3. Строится интегральное УМОЦ путем суммирования всех почасовых пар (часы с 0 по 23) «цена – количество» из УМОЦ для ГТП



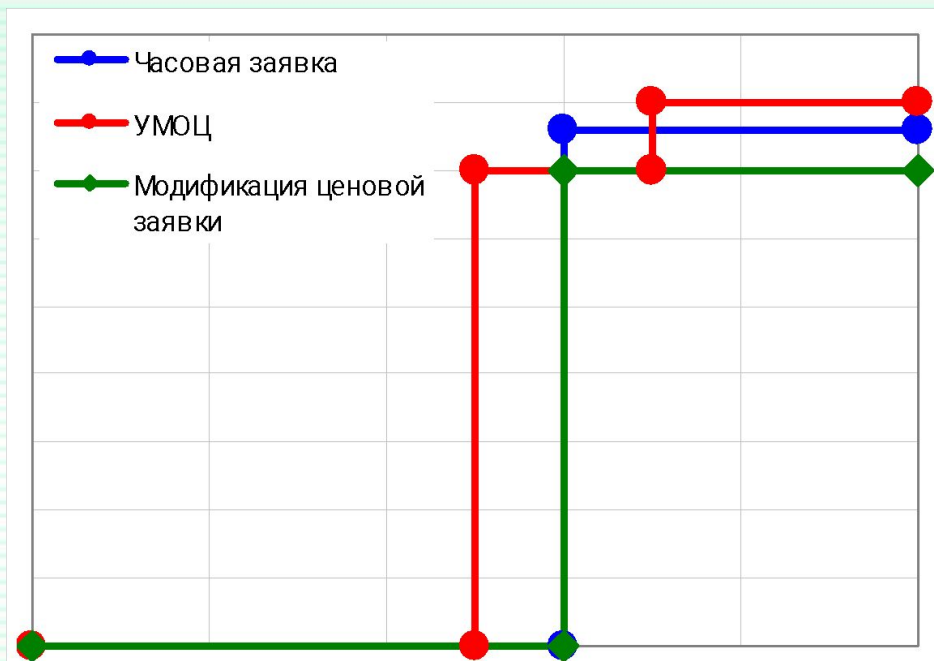
## Корректировка заявок РСВ



4. Строится интегральная ценовая заявка на планирование производства путем суммирования всех почасовых пар «цена – количество» из ценовых заявок на планирование производства.

5. В случае если значение цены, указанное в элементе интегральной ценовой заявки на планирование объемов производства в отношении ГТП генерации, больше для соответствующих объемов значения цены электрической энергии в сформированном интегральном УМОЦ (т.е. произошло пересечение сформированной «лесенки» интегральной ценовой заявки и «лесенки» интегрального УМОЦ), то происходит модификация ценовых заявок на планирование производства в почасовом разрезе. Иначе модификации ценовых заявок на планирование производства не происходит.

## Корректировка заявок РСВ



А. Для каждого часа сравниваются «лесенка» полученная посредством горизонтального суммирования пар «цена-количество», указанных в полученных уведомлениях (в соответствии с п.1) и ценовая заявка на планирование производства.

Б. В случае если значение цены, указанное в элементе часовой подзаявки ценовой заявки на планирование объемов производства в отношении ГТП генерации, больше для соответствующих объемов значения цены

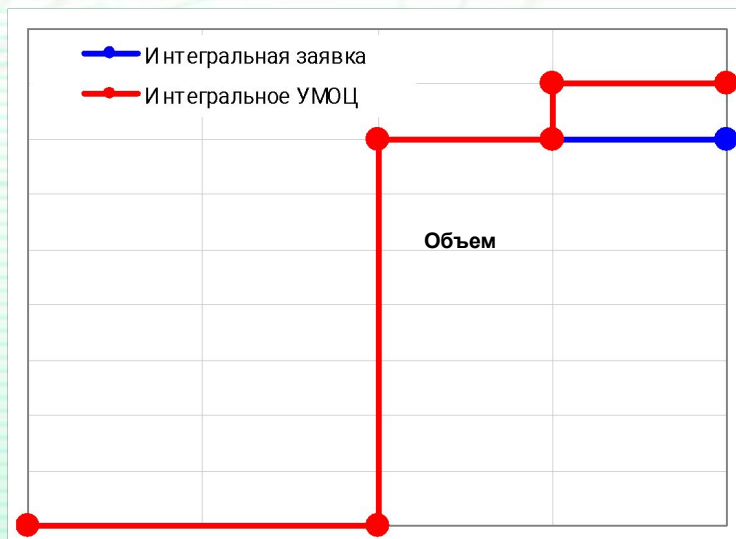
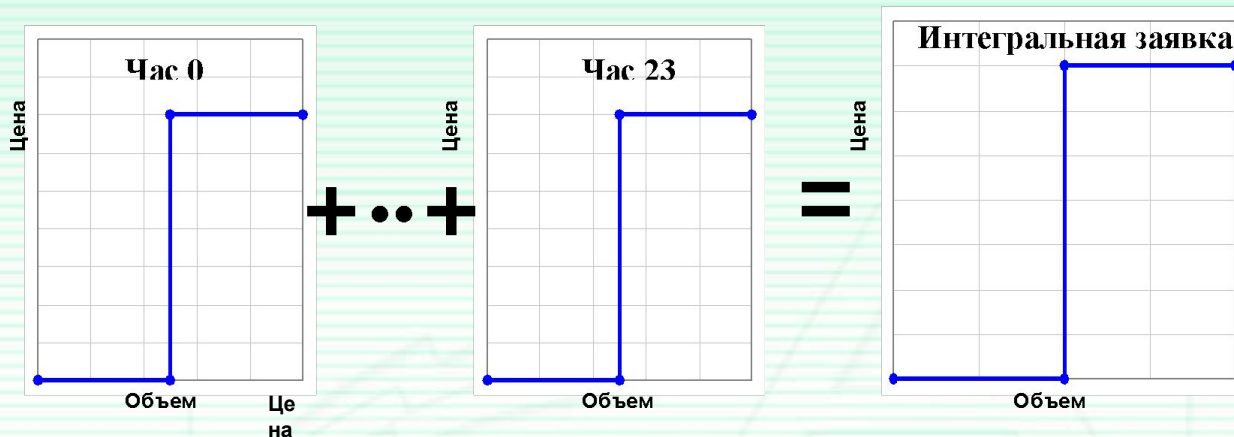
электрической энергии в сформированной «лесенке» (т.е. произошло пересечение сформированной «лесенки» и «лесенки», образованной подзаявкой на РСВ), то происходит модификация ценовой заявки.

Иначе модификации не происходит.

*Модификация ценовой заявки происходит следующим образом:* для каждого элемента часовой подзаявки значение количества не изменяется, тогда как значение цены принимается равным минимальной величине из значений цены, указанной в соответствующей паре <«цена», «количество»> элемента ценовой подзаявки ценовой заявки, и относящихся к полуинтервалу значений «количества» между этой и предыдущей парой <«цена», «количество»> значений цен в сформированной «лесенке».



## Корректировка заявок РСВ



4. Строится интегральная ценовая заявка на планирование производства путем суммирования всех почасовых пар «цена – количество» из ценовых заявок на планирование производства.

5. В случае если значение цены, указанное в элементе интегральной ценовой заявки на планирование объемов производства в отношении ГТП генерации, больше для соответствующих объемов значения цены электрической энергии в сформированном интегральном УМОЦ (т.е. произошло пересечение сформированной «лесенки» интегральной ценовой заявки и «лесенки» интегрального УМОЦ), то происходит модификация ценовых заявок на планирование производства в почасовом разрезе. Иначе модификации ценовых заявок на планирование производства не происходит.

## Расчет дополнительных требований

В результате расчета дополнительных требований в ОАО «АТС» рассчитывается объем мощности дополнительно развернутого оборудования, необходимый для производства объемов электроэнергии, указанных в дополнительной паре «цена-количество» ценовой заявки на планирование объемов производства в отношении ГТП генерации

На основе исходной информации о запуске блоков, на основе формальной технологии ВСВГО, полученной в сутки X-7 и фактической информации о включенных блоках, передаваемой СО в сутки X-1, АТС определяет величину дополнительных требований для участников ОРЭМ.

Определяются следующие величины:

- $h^{\text{план}}$  - час, в который по плану должен производиться запуск блока. Если  $J_{b, h, d}^{\text{план блок}} = 1$ , то  $h^{\text{план}} := h$ ;

- $h'$  – пусковой час. Если  $J_{b, h, d}^{\text{факт блок}} = 1$ , а  $J_{b, h-1, d}^{\text{факт блок}} = 0$ , то  $h' := h$ ;

- $h'-1$  – предпусковой час.

- $h'_{\text{last}}$  – последний пусковой час. Определим промежуток  $(h', h_2]$ , где для всех часов промежутка выполнено  $J_{b, h, d}^{\text{факт блок}} = 1$ . Тогда если первый час  $h \in (h', h_2]$ , когда возникла

ситуация  $P_{\text{max}}^{\text{факт блок}}_{b, h, d} - P_{\text{max}}^{\text{факт блок}}_{b, h-1, d} = 0$ , определяем последний пусковой час следующим образом  $h'_{\text{last}} := h-1$ .

## Расчет дополнительных требований

Итоговая величина получается следующим образом:

$$\Delta P_{p, h'-1, d}^{\text{ГТП всвго}} = \text{if} \left( P_{\text{блок номинал}}^{\text{max}}_{b, h', d} = \text{null}, \sum_{h \in [h', h'_{\text{last}}]} \sum_{b \in p} \Delta_{b, h, d}^{\text{блок}}, \sum_{b \in p} \min \left( \sum_{h \in [h', h'_{\text{last}}]} \Delta_{b, h, d}^{\text{блок}}, P_{\text{блок номинал}}^{\text{max}}_{b, h', d} \right) \right)$$

В **предпусковой** час  $h'-1$  необходимо рассчитать следующим образом

$$\Pi_{p, h'-1, d}^{\text{ГТП всвго}} = \min \left( C_{p, h'-1, d, s_{\text{мощн}}}^{\text{ГТП заявл}}, \min \left( \Pi_{b, h'-1, d}^{\text{всвго блок запуск}} \right) \right)$$

где

- $\Pi_{b, h'-1, d}^{\text{всвго блок запуск}}$  – цена запуска блока  $\langle b \rangle$ , относящегося к ГТП  $\langle p \rangle$  и у которого  $\Delta_{b, h, d}^{\text{блок}} \neq 0$ .
- $\min \left( \Pi_{b, h'-1, d}^{\text{всвго блок запуск}} \right)$  – минимальная цена из всех  $\Pi_{b, h'-1, d}^{\text{всвго блок запуск}}$  блоков  $\langle b \rangle$ , которые принадлежат ГТП  $\langle p \rangle$

Цена, используемая для оплаты запуска равна цене дополнительной ступени равна минимальной величине из цены пуска в заявке ВСВГО и цены четвертой (дополнительной) ступени в заявке участника на РСВ.

## Результаты расчета требований

ОАО «АТС» были приняты от СО запланированные пуски блоков (используется для оплаты ВСВГО) в период с момента запуска технологии ВСВГО по 29.02.2008.

Европа число запланированных пусков блоков **105** шт.

Сибирь число запланированных пусков блоков **8** шт.

НП «АТС» определило дополнительное предварительное требование Участнику (по Европе **33** шт. по Сибири **4** шт.), равное производству объема мощности дополнительно развернутого оборудования и цены, равной цене в дополнительной паре «цена-количество» в час предпуска, для которых были выполнены следующие условия:

- наличие отдельного признака запуска оборудования по результатам оптимизации;
- час выхода на диапазон регулирования оказался в допустимых пределах от запланированного часа;
- наличие увеличения максимального объема мощности в ГТП генерации;
- увеличение по сравнению с часом предпуска объема поставки электрической энергии в соответствии с диспетчерским графиком и (или) диспетчерского объема и (или) планового почасового производства в какой-либо из следующих часов работы с увеличенным по сравнению с часом предпуска максимальным объемом мощности.

Из всего перечня определенных по результатам решения задачи ВСВГО СО пусков в период с декабря 2007 года по февраль 2008 года по результатам расчета ОАО «АТС» определило **27 040 352 руб** дополнительных требований по Первой ценовой зоне (Европа) и **4 305 940 руб.** дополнительных требований по Второй ценовой зоне, что составляет суммарно менее **0,01%** от суммарного небаланса РСВ за данный период

## Выводы

1. По результатам внедрения технологии ВСВГО можно сказать, что технология ВСВГО снижает уровень цен, выводит его на качественно новый уровень, который позволяет учитывать ценовую стратегию участников на этапе недельного планирования.
2. Стратегия участников ОРЭМ с учетом технологии ВСВГО (корректировка цены в заявках основных и дополнительных ступенях заявок участников) приводит к снижению уровня цен РСВ, уменьшению суммарной стоимости оплаты потребителями.
3. Корректировка цены в дополнительной ступени заявки РСВ позволит учесть адекватную стоимость раскрутки блока, в дальнейшем приведет к усилению требований к поставщикам в рамках механизма расчета готовности генерирующего оборудования.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !**

