

Релейная защита и автоматика энергосистем 2012
29 - 31 мая 2012, ВВЦ, Москва



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР

ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

Перспективы развития систем АРЧМ в ЕЭС России

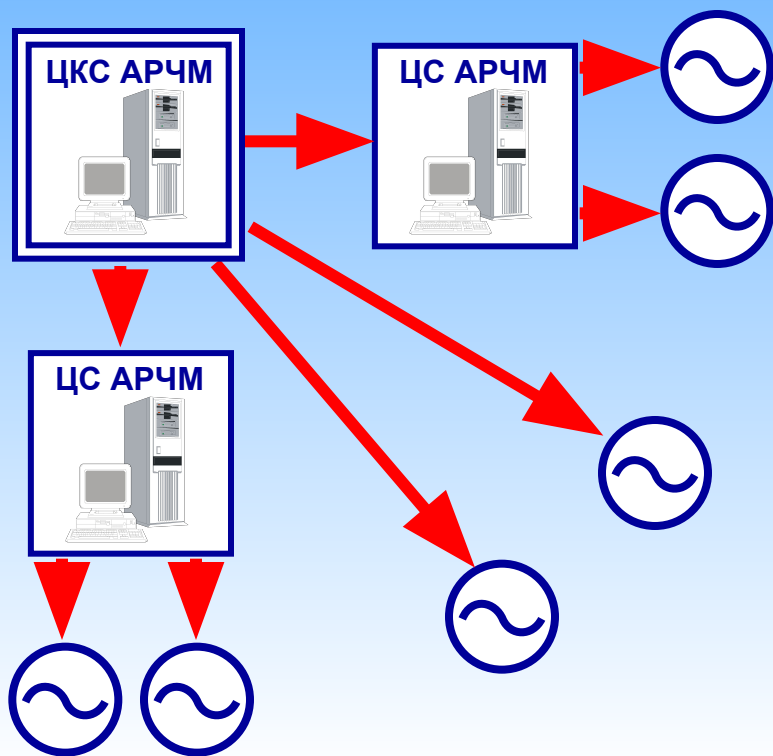
Сафронов Андрей Николаевич
Начальник отдела режимной автоматики



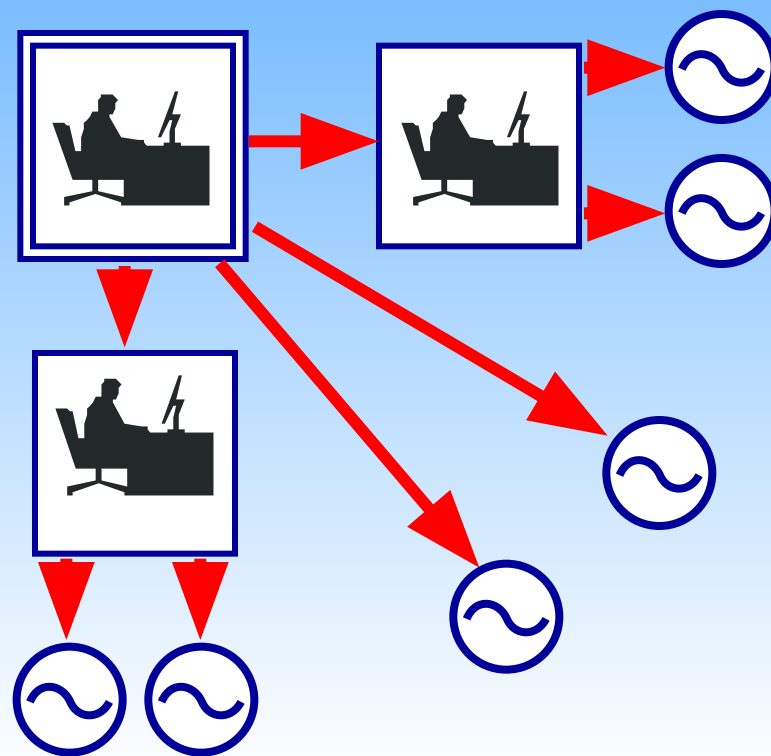
Задачи вторичного регулирования частоты и мощности

Восстановление номинальной частоты и плановых перетоков мощности, ограничение перетоков мощности максимально допустимым значением

Автоматическое регулирование



Оперативное регулирование



Задачи, выполняемые при оперативном и автоматическом вторичном регулировании частоты и мощности, идентичны



Необходимость систем АРЧМ

3

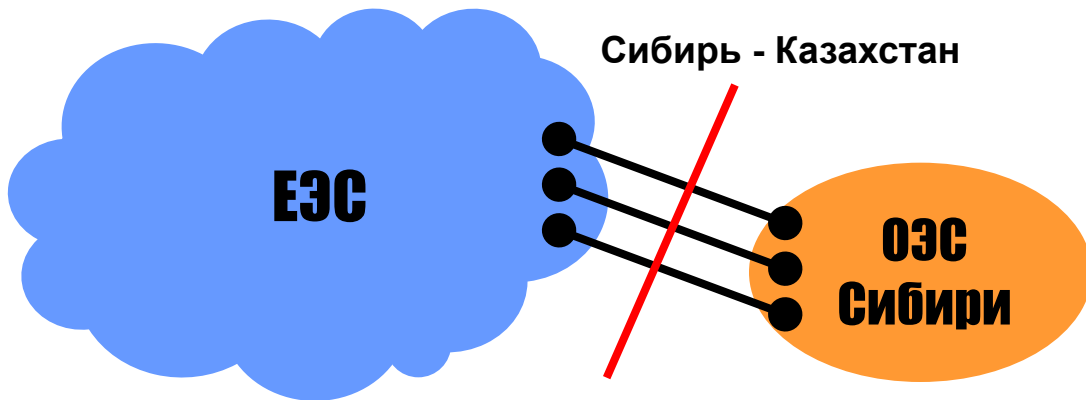
Целью автоматизации процесса регулирования частоты и перетоков активной мощности является обеспечение возможности управления режимами энергосистем в темпе протекающих в них процессов, когда оперативное управление является малоэффективным

Создание и развитие централизованных систем (ЦС) АРЧМ для автоматизации процесса регулирования частоты и перетоков активной мощности обусловлено необходимостью обеспечения эффективной параллельной работы энергосистем большой мощности по линиям электропередач, имеющим относительно низкую пропускную способность

Повышение качества регулирования частоты и перетоков активной мощности за счет использования ЦС АРЧМ позволяет увеличить обмен мощности по межсистемным сечениям при сохранении надежности параллельной работы энергосистем

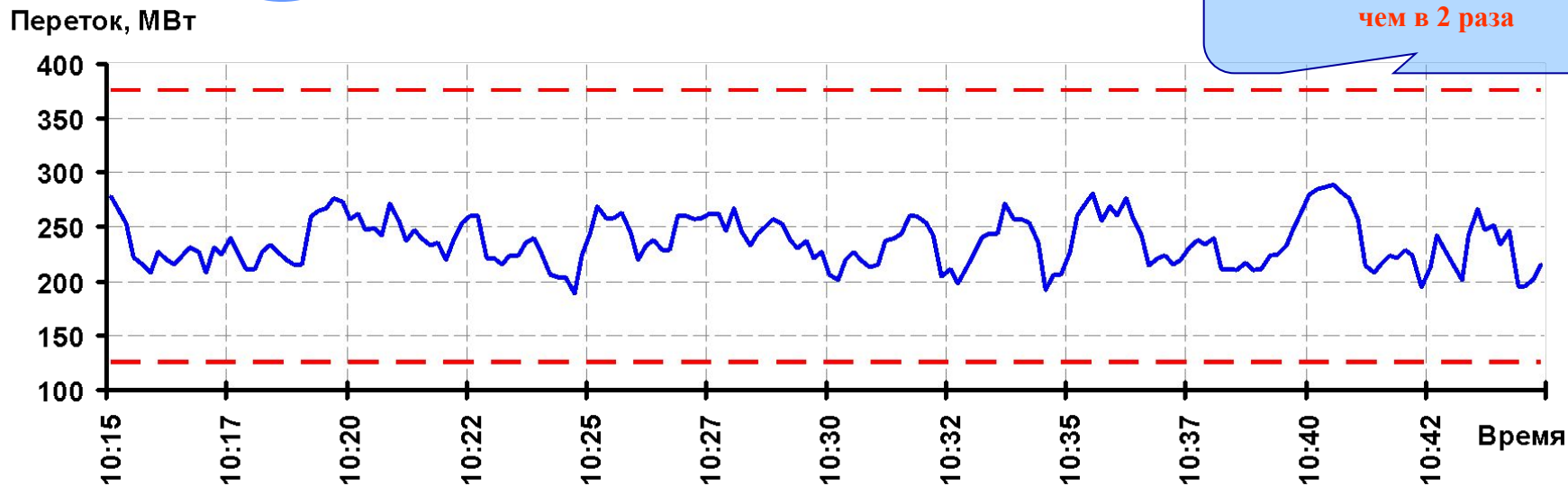


Регулирование внешнего перетока мощности на примере ОЭС Сибири



Применение АРЧМ позволяет
увеличить допустимый переток в
соответствии с директивными
отраслевыми документами

Амплитуда колебаний перетока
при автоматическом вторичном
регулировании снижается **более
чем в 2 раза**



При автоматическом вторичном регулировании:

- отклонение фактического перетока от плановых величин в несколько раз меньше чем при оперативном регулировании;
- влияние режима работы области регулирования на ЕЭС существенно меньше чем при оперативном.



Вторичное регулирование частоты ЦКС АРЧМ

5



$$\Delta P = K_{\text{ч}} \times \Delta f, \quad K_{\text{ч}} = 20000 \text{ МВт/Гц}$$



Структура и функции систем АРЧМ

6

В состав ЦС/ЦКС АРЧМ входят:

- управляющий вычислительный комплекс (УВК), реализующий функции автоматического вторичного регулирования по заданным алгоритмам обработки поступающей информации, расчета и выдачи команд управления на регулирующие электростанции.
- система сбора и передачи информации (ССПИ) о параметрах режима и состоянии элементов электрической сети;
- система телеуправления регулируемыми электростанциями;
- стационарные устройства автоматического регулирования мощности генерирующего оборудования (ГРАМ ГЭС, САРЧМ (САУМ) энергоблоков ТЭС);

Основные функции ЦС/ЦКС АРЧМ:

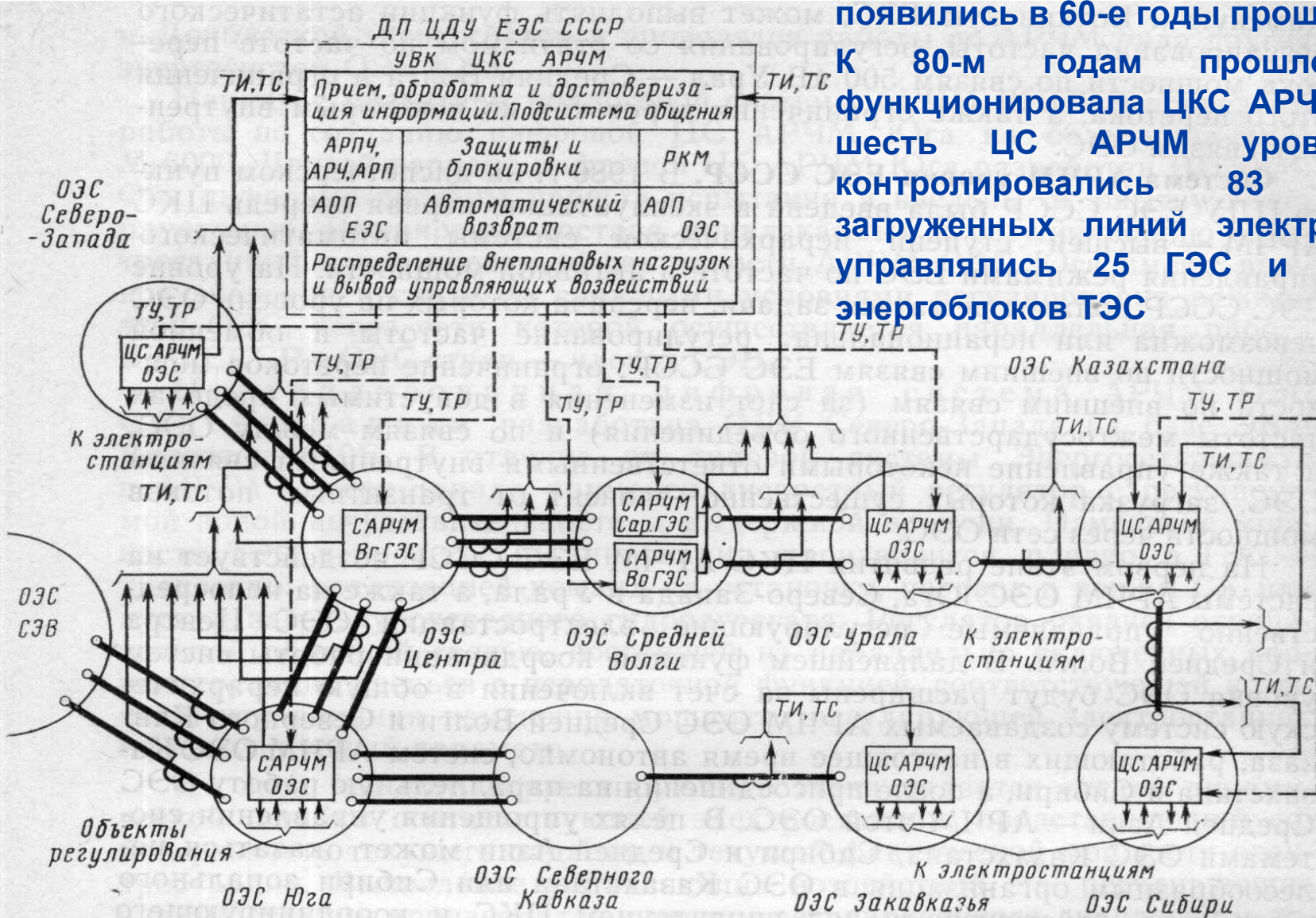
- регулирование заданного значения частоты или перетока мощности по межсистемному сечению для поддержания планового баланса мощности в энергосистеме путем компенсации постоянно существующих нерегулярных колебаний мощности и возникающих аварийных отключений генерирующего оборудования или нагрузки потребителей
- ограничение перетоков мощности в контролируемых сечениях для быстрого возврата режима в допустимую область и возможности увеличения передаваемой мощности по межсистемным сечениям



История создания систем АРЧМ

7

В ЕЭС СССР первые ЦС АРЧМ появились в 60-е годы прошлого века. К 80-м годам прошлого века функционировала ЦС АРЧМ СССР и шесть ЦС АРЧМ уровня ОЭС, контролировались 83 наиболее загруженных линий электропередач, управлялись 25 ГЭС и несколько энергоблоков ТЭС.





Мероприятия по развитию ЦС/ЦКС АРЧМ

8

Одним из первых документов, определяющим направления развития систем АРЧМ стала **«Концепция развития систем АРЧМ на 1990 год и перспективу до 2000 года»** ЦДУ ЕЭС СССР.

Развитие систем АРЧМ в ЕЭС России определялось организационными и нормативно-техническими документами РАО «ЕЭС России» и Системного оператора.

Основными мероприятиями, связанными с развитием систем АРЧМ стали:

- Разработка принципов и правил управления электроэнергетическим режимом ЕЭС России по частоте и перетокам активной мощности, включая принципы автоматизации вторичного регулирования, требования к техническим средствам вторичного регулирования;
- Разработка требований к участию генерирующего оборудования в автоматическом вторичном регулировании, обеспечению согласованной работы ЦС АРЧМ и автоматики управления мощностью генерирующего оборудования;
- Реализация единой технической политики в части управляющих вычислительных комплексов централизованных систем АРЧМ, устанавливаемых в диспетчерских центрах;
- Организация участия ГЭС и энергоблоков ТЭС в автоматическом вторичном регулировании в рамках функционирования оптового рынка электроэнергии и



Требования к УВК ЦС/ЦКС АРЧМ

9

В УВК ЦС (ЦКС) АРЧМ выполняется:

- Настройка регуляторов частоты и перетоков активной мощности, автоматических ограничителей перетоков для реализации требуемого качества и быстродействия вторичного регулирования
- Задание в регуляторах частоты и перетоков активной мощности ограничений для каждого объекта регулирования величины вторичного задания и скорости его изменения, согласованных с допустимыми параметрами изменения мощности ГЭС или энергоблока ТЭС.
- Задание коэффициентов долевого участия каждому объекту регулирования для используемых функций автоматического вторичного регулирования.
- Блокировка централизованного управления объектом:
 - при фиксации неисправности связи с ГРАМ ГЭС (САРЧМ энергоблока);
 - при получении сигналов о неисправности ГРАМ (САРЧМ);
 - при получении сигнала от ГРАМ (САРЧМ) о блокировке ЗВМ или о неготовности объекта к централизованному управлению;
 - при исчерпании вторичных резервов ГЭС (энергоблока ТЭС) на загрузку или разгрузку.



Требования к взаимодействию с ЦС/ЦКС АРЧМ

Для взаимодействия с УВК ЦС (ЦКС) АРЧМ на ГЭС или ТЭС организуются:

- модуль связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ с функциями приема и передачи телеинформации, с контролем исправности каналов связи ГРАМ (САРЧМ) с УВК ЦС (ЦКС) АРЧМ;

- Задатчик вторичной мощности (ЗВМ), выполняющий функции:

- включения/отключения централизованного управления ГЭС (энергоблока ТЭС) от ЦС (ЦКС) АРЧМ,

- приема и обработки вторичного задания от ЦС (ЦКС) АРЧМ,

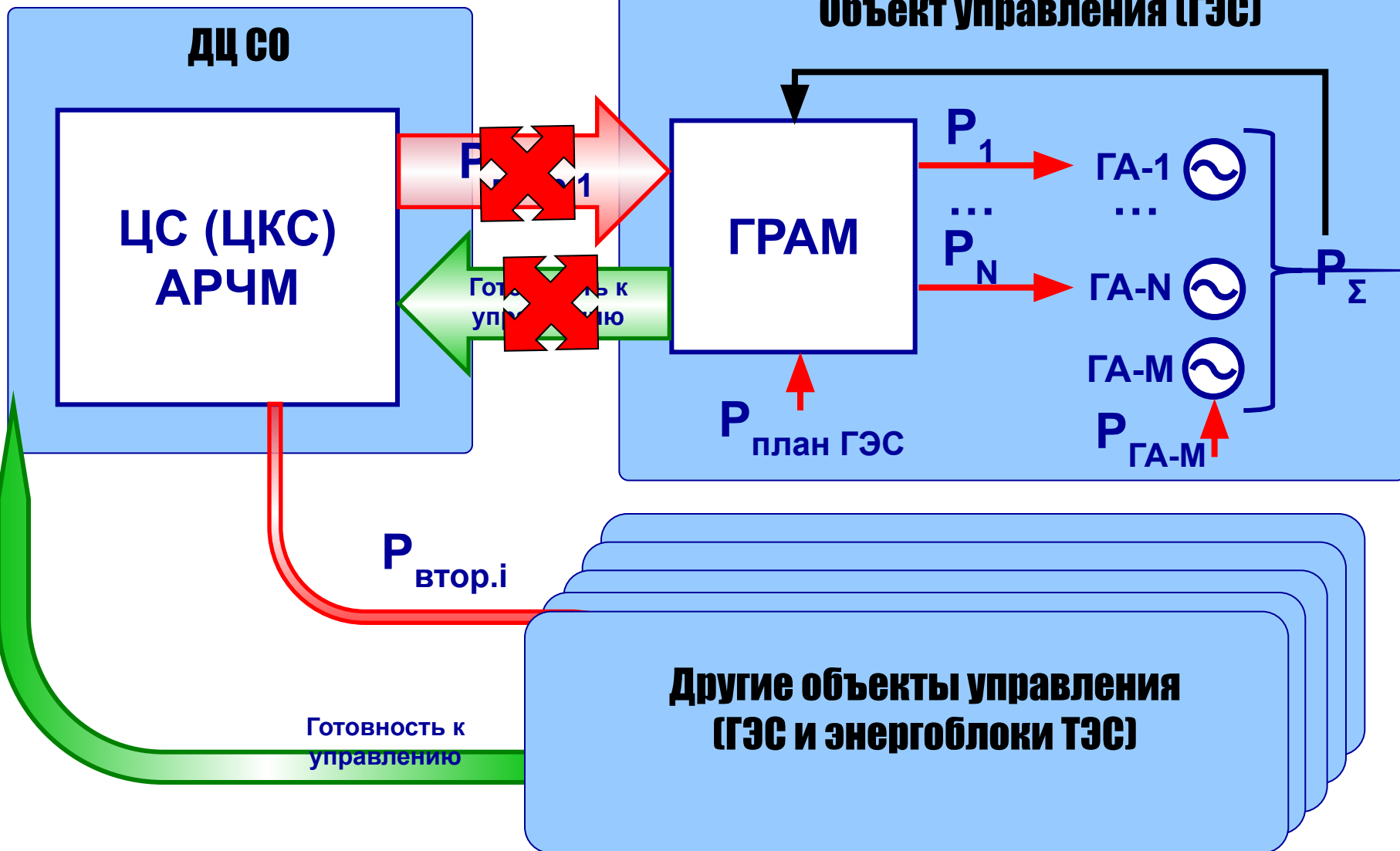
- проверки достоверности поступающего вторичного задания,

- защиты от недопустимого изменения вторичного задания (защита от «скачка»),

- блокировки изменения вторичного задания с запоминанием на выходе ЗВМ предшествовавшего значения вторичного задания,

- оперативного ввода ограничений диапазона вторичного задания.

Взаимодействие ГРАМ ГЭС с ЦС/ЦКС АРЧМ





Принципы управления от ЦС/ЦКС АРЧМ

12

- В УВК ЦС/ЦКС АРЧМ общее задание на изменение мощности объектов управления в каждом цикле управления делится на приращение задания регулирующей ГЭС и каждому из энергоблоков ТЭС пропорционально их коэффициентам долевого участия (КДУ) в регулировании
- С целью эффективного использования резервов вторичного регулирования, КДУ ГЭС и каждого из энергоблоков ТЭС задаются пропорционально величинам их диапазонов регулирования (заданные КДУ)
- Эта пропорциональность обеспечивается автоматически, независимо от количества подключенных к ЦС/ЦКС АРЧМ и участвующих на данном цикле регулирования энергообъектов
- Постоянство коэффициента передачи центрального регулятора обеспечивается автоматическим поддержанием равной единице (100%) суммы фактических КДУ участвующих на данном цикле в регулировании ГЭС и энергоблоков ТЭС, определяемых по заданным КДУ
- Текущее задание на выдачу вторичной мощности для ГЭС и каждого из энергоблоков формируется интегральным регулятором ЦС/ЦКС АРЧМ (с циклом 1 секунда) путем суммирования очередного приращения с ранее выданным заданием, передается по каналу телеуправления непрерывно, и вводится в ГРАМ ГЭС и САРЧМ (САУМ) энергоблоков в виде задания вторичной мощности дополнительно к заданию плановой мощности

Важной особенностью является обеспечение единого заданного цикла работы всех составляющих элементов ЦС АРЧМ и их высокой надежности



Схема действующих систем АРЧМ

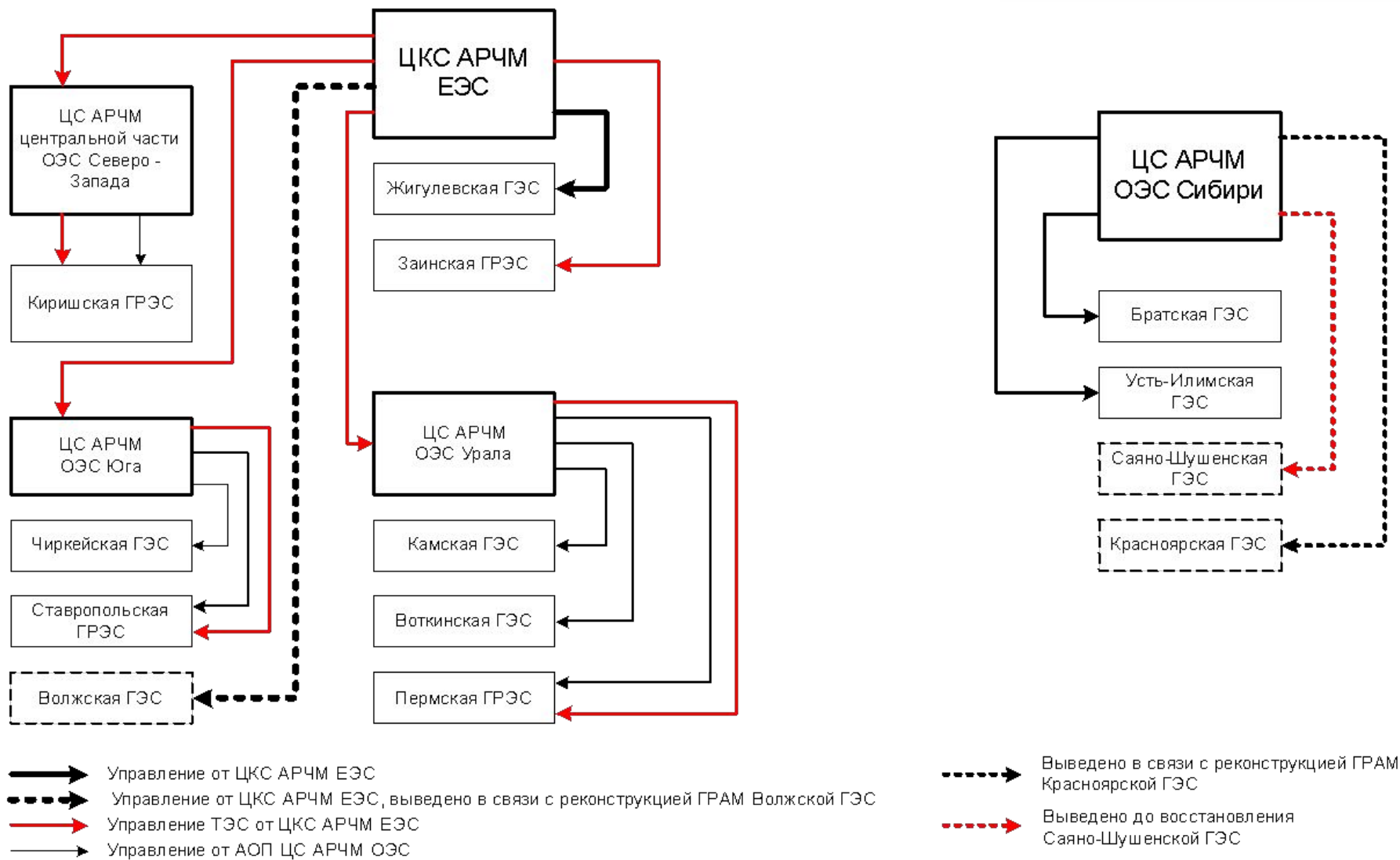


Рис.4. Структурная схема функционирования и взаимодействия централизованных систем АРЧМ

Форма управления ЦКС АРЧМ

14

Таблица 1992 (11.02.2011 14:53:08) Табло 7(ЖиГЭС,ЗГРЭС №6,СГРЭС №3, КиришГРЭС №№1,4)_МП АРЧМ СО-ЦДУ ЕЭС_ckARCHM_OIK2

ТАБЛО №7 АРЧМ

ЦКС АРЧМ

<p>ЖиГЭС</p> <p>1182,03 ↓</p> <p>ТС ЖиГЭС</p> <p>Р макс. зд. 1200</p> <p>ЗАДАНИЕ -596,30</p> <p>Р мин. зд. -1200</p> <p>Вых. ЗВМ -624,00</p> <p>РКМ зд. 0,00</p> <p>ТМП+ 0,000</p> <p>ТМП- 0,000</p>	<p>ЗаинГРЭС блок№6</p> <p>135,15 ↓</p> <p>ТС ЗГРЭСбл№6</p> <p>Р макс. зд. 10,00</p> <p>Задание ЦКС -5,17</p> <p>Р мин. зд. -10,00</p> <p>Вых. ЗВМ -5,08</p> <p>РКМ зд. 0,00</p> <p>ТМП+ 0,010</p> <p>ТМП- -0,010</p>	<p>СтаврГРЭС бл№3</p> <p>262,24 ↓</p> <p>ТС СГРЭСбл3</p> <p>Р макс. зд. 15,00</p> <p>Задание ЦКС -7,60</p> <p>Р мин. зд. -15,00</p> <p>Задание ЦС -7,55</p> <p>Вых. ЗВМ -7,45</p> <p>РКМ зд. 0,00</p> <p>ТМП+ 0,010</p> <p>ТМП- -0,010</p>	<p>КиришГРЭС бл№1</p> <p>267,53 ↓</p> <p>ТС КГРЭСбл1</p> <p>Р макс. зд. 15,00</p> <p>Задание ЦКС 7,60</p> <p>Р мин. зд. -15,00</p> <p>Задание ЦС 7,75</p> <p>Вых. ЗВМ 7,70</p> <p>РКМ зд. 0,00</p> <p>ТМП+ 0,010</p> <p>ТМП- -0,010</p>	<p>КиришГРЭС бл№4</p> <p>269,21 ↓</p> <p>ТС КГРЭСбл4</p> <p>Р макс. зд. 15,00</p> <p>Задание ЦКС 7,60</p> <p>Р мин. зд. -15,00</p> <p>Задание ЦС 7,75</p> <p>Вых. ЗВМ 7,75</p> <p>РКМ зд. 0,00</p> <p>ТМП+ 0,010</p> <p>ТМП- -0,010</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Регулятор</p> <p>Режим регулятора: АРПЧ <input type="checkbox"/> АРЧ <input checked="" type="checkbox"/> АРП <input type="checkbox"/></p> <p>разгр.</p>	<p>F план. 50,000</p> <p>F факт. 50,010</p> <p>Сальдо план 100</p> <p>Кор. по F -220</p> <p>План+кор.по F -120</p> <p>Сальдо факт. 134</p> <p>Небал. России 220</p>												
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>АРПЧ</th> <th>АРП</th> <th>АРЧ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ОМП+:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,000</td> </tr> <tr> <td>ОМП-:</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,000</td> </tr> </tbody> </table>		АРПЧ	АРП	АРЧ	ОМП+:	0,00	0,00	0,000	ОМП-:	0,00	0,00	0,000	
	АРПЧ	АРП	АРЧ										
ОМП+:	0,00	0,00	0,000										
ОМП-:	0,00	0,00	0,000										

КДУ	ЖиГЭС	ЗГРЭСбл№6	СГРЭСбл№3	КГРЭСбл№1	КГРЭСбл№4
план	100,00	2,00	3,00	3,00	3,00
факт	90,09	1,80	2,70	2,70	2,70

№ АОП: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

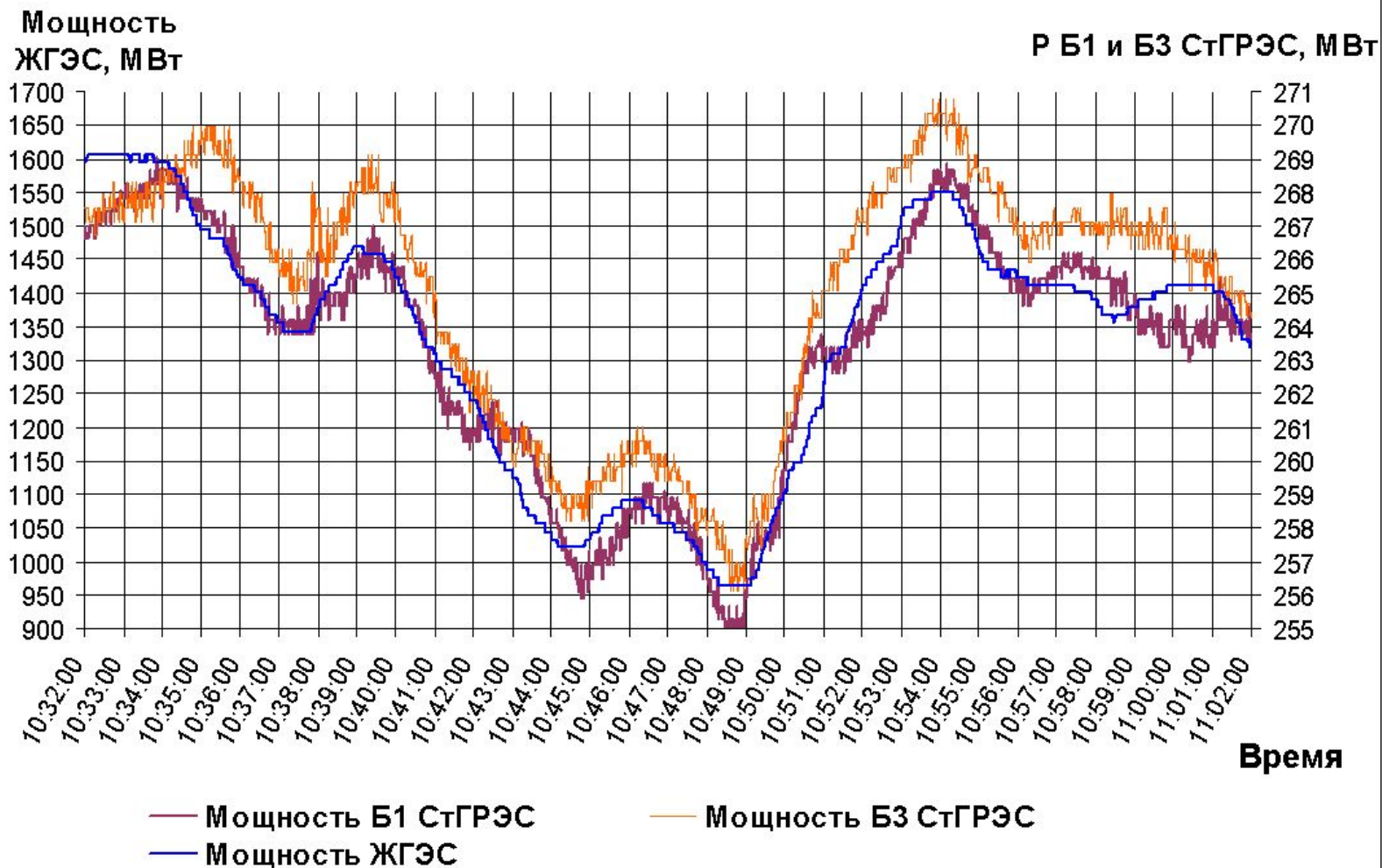
Табло(ЖГЭС,ВгГЭС) | Табло№2(КиришГРЭС) | Табло№3(СтаврГРЭС)

Табло№4(ЗГРЭСбл1-6) | Табло№5(ЗГРЭСбл7-12)



Одновременное управление ГЭС и энергоблоками ТЭС

Управление от ЦКС АРЧМ (сравнение мощности ЖГЭС и блоков №№ 1,3 СтГРЭС)





Текущее состояние и перспективы развития систем АРЧМ в ЕЭС России

16

Текущее состояние:

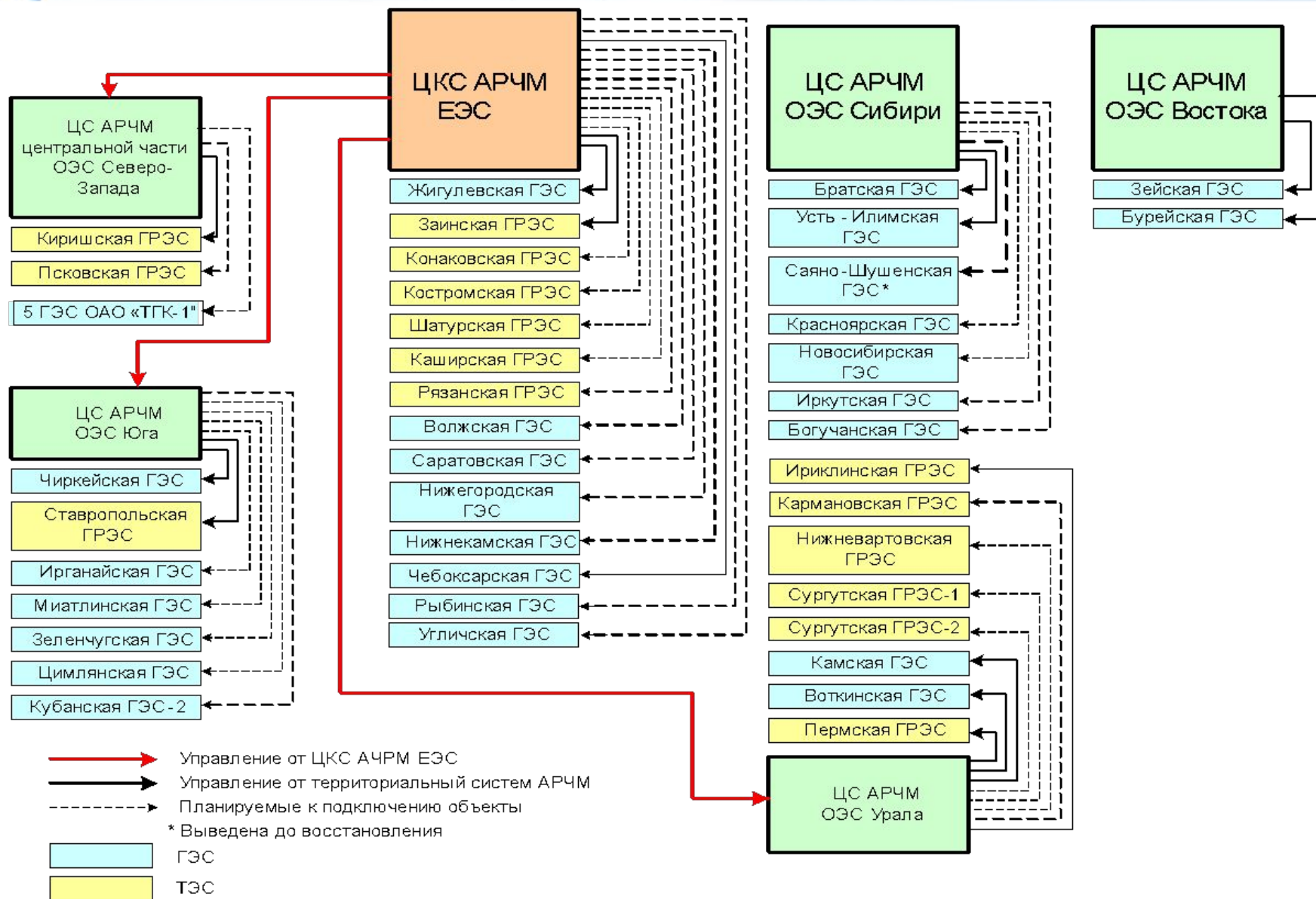
- Создана единая техническая платформа для развития системы АРЧМ и функционирования Рынка системных услуг (РСУ)
- Управляющие комплексы ЦС/ЦКС АРЧМ функционируют на одинаковой с ОИК программно-аппаратной базе, обеспечена возможность их связи с устройствами АРЧМ энергообъектов по цифровым каналам с использованием стандартных протоколов, обеспечена возможность значительного увеличения объектов управления
- Организовано иерархическое взаимодействие ЦКС АРЧМ ЕЭС с ЦС АРЧМ ОЭС Урала, ЦС АРЧМ ОЭС Юга и ЦС АРЧМ центральной части ОЭС Северо-Запада
- Для участия в НПРЧ и АВРЧМ на 16-ти ТЭС сертифицировано 65 энергоблоков суммарной установленной мощностью 20928 МВт
- С 2011 года функционирует РСУ по АВРЧМ с привлечением энергоблоков ТЭС
- Выполняются мероприятия по модернизации устройств АРЧМ на энергообъектах, подключению новых ГЭС и энергоблоков ТЭС к управлению ЦС/ЦКС АРЧМ

Перспективы развития систем АРЧМ:

- Выполнение мероприятий, обеспечивающих возможность участия в АВРЧМ ГЭС мощностью более 100 МВт в соответствии с требованиями стандарта по согласованной работе систем АРЧМ с автоматикой управления мощностью ГЭС
- Увеличение количества подключаемых к ЦС/ЦКС АРЧМ сертифицированных энергоблоков ТЭС для возможности развития РСУ по АВРЧМ
- Проведение работ по исследованию возможности управления ВПТ от ЦС АРЧМ
- Совершенствование алгоритмов управления систем АРЧМ для наиболее оптимального управления электростанциями, с учетом их маневренности, месторасположения и наличия резервов регулирования



Перспективная схема систем АРЧМ





Спасибо за внимание