



Научно-технический центр
Единой энергетической системы

Система мониторинга запасов устойчивости (СМЗУ) как активный элемент управления режимами и установками ПА.

На примере решения, внедренного
в АО «Системный оператор
Единой энергетической системы»

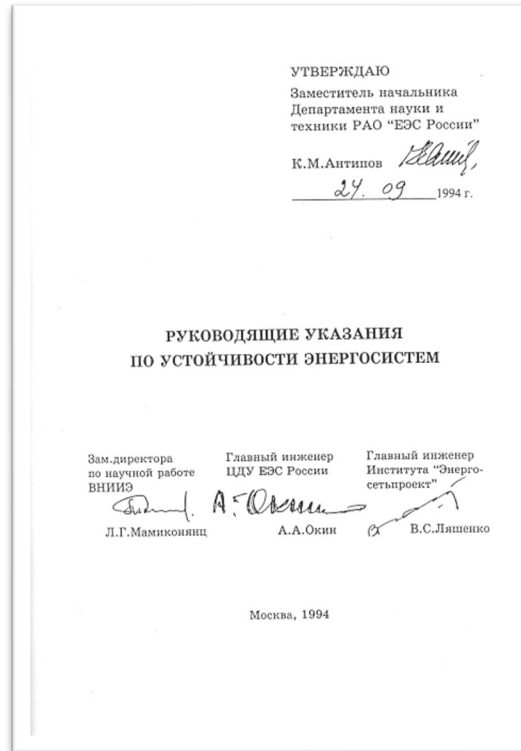
Казань апрель 2024

Докладчик:
А.А. Лисицын

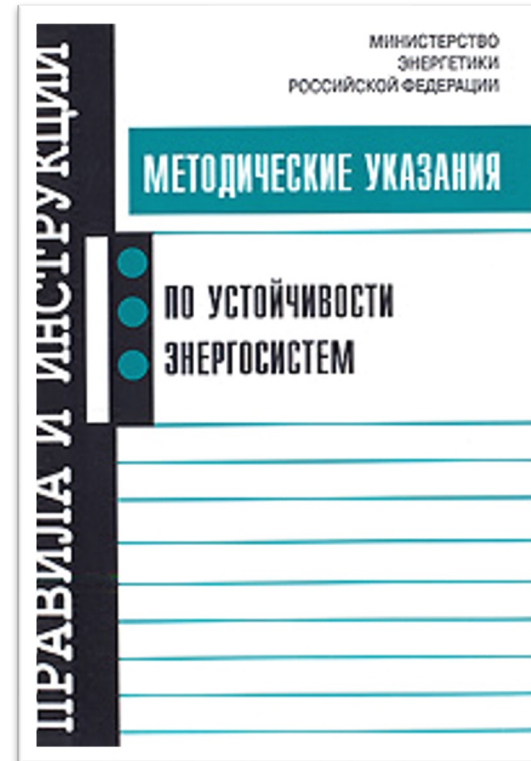
ntcees.ru



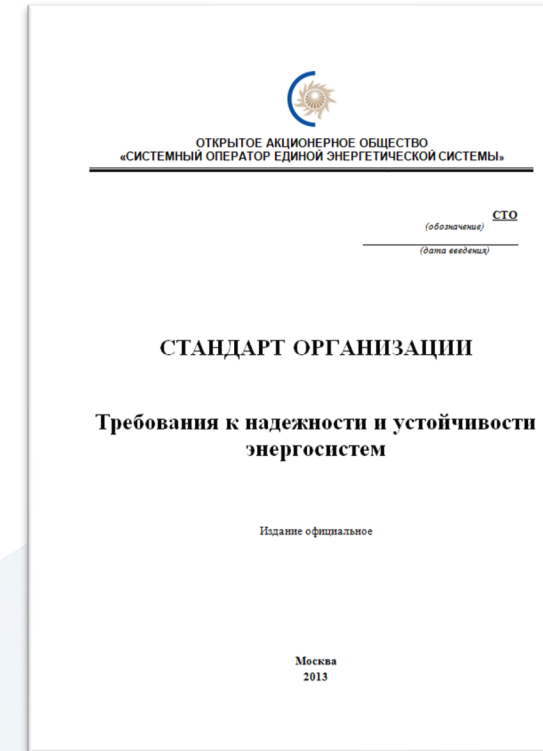
Требования к устойчивости. Развитие нормативной базы.



**Руководящие указания
по устойчивости энергосистем.
Департамент науки и техники
ОАО РАО «ЕЭС России», 1994 год**



**Методические указания
по устойчивости
энергосистем.
Минэнерго России.**

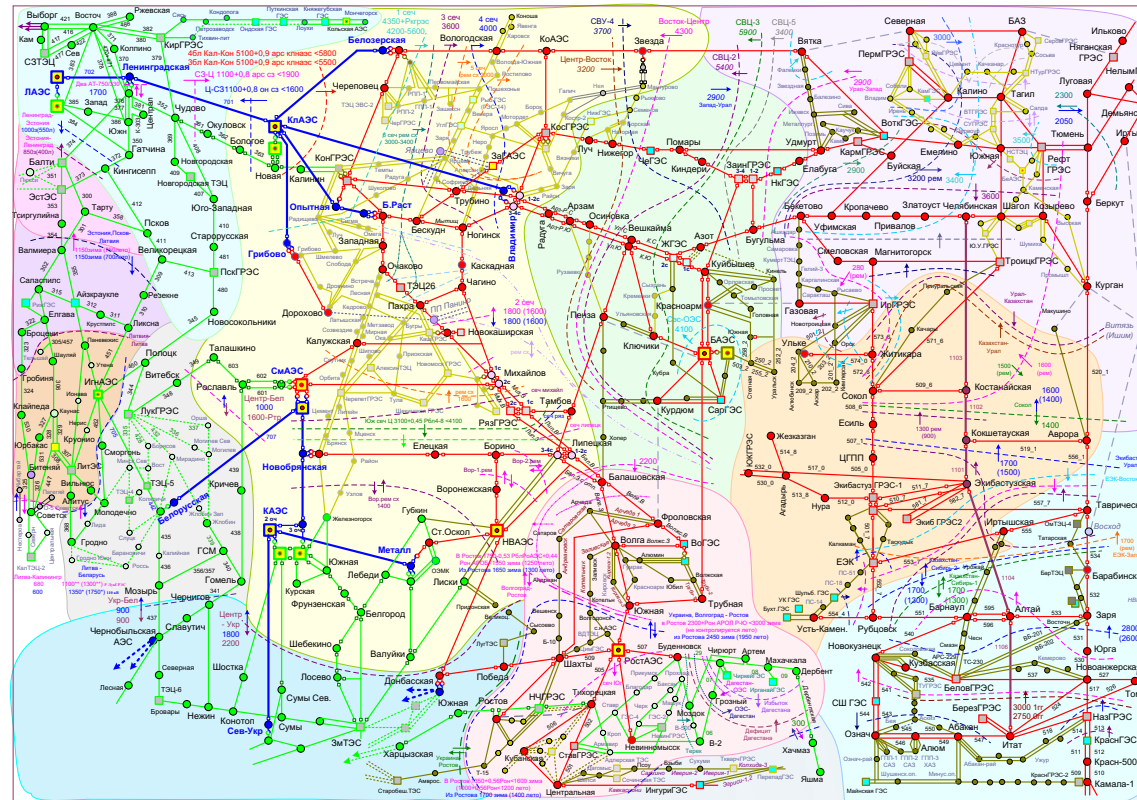


**Стандарт ОАО «СО ЕЭС»
«Требования к надежности и
устойчивости энергосистем».**



Основные термины и определения. Контролируемое сечение.

Сечение – совокупность таких сетевых элементов одной или нескольких связей, отключение которых приводит к полному разделению энергосистемы на две изолированные части.
Связь – последовательность элементов, соединяющих две части энергосистемы (ЛЭП, АТ (Т), СШ, коммутационные аппараты).



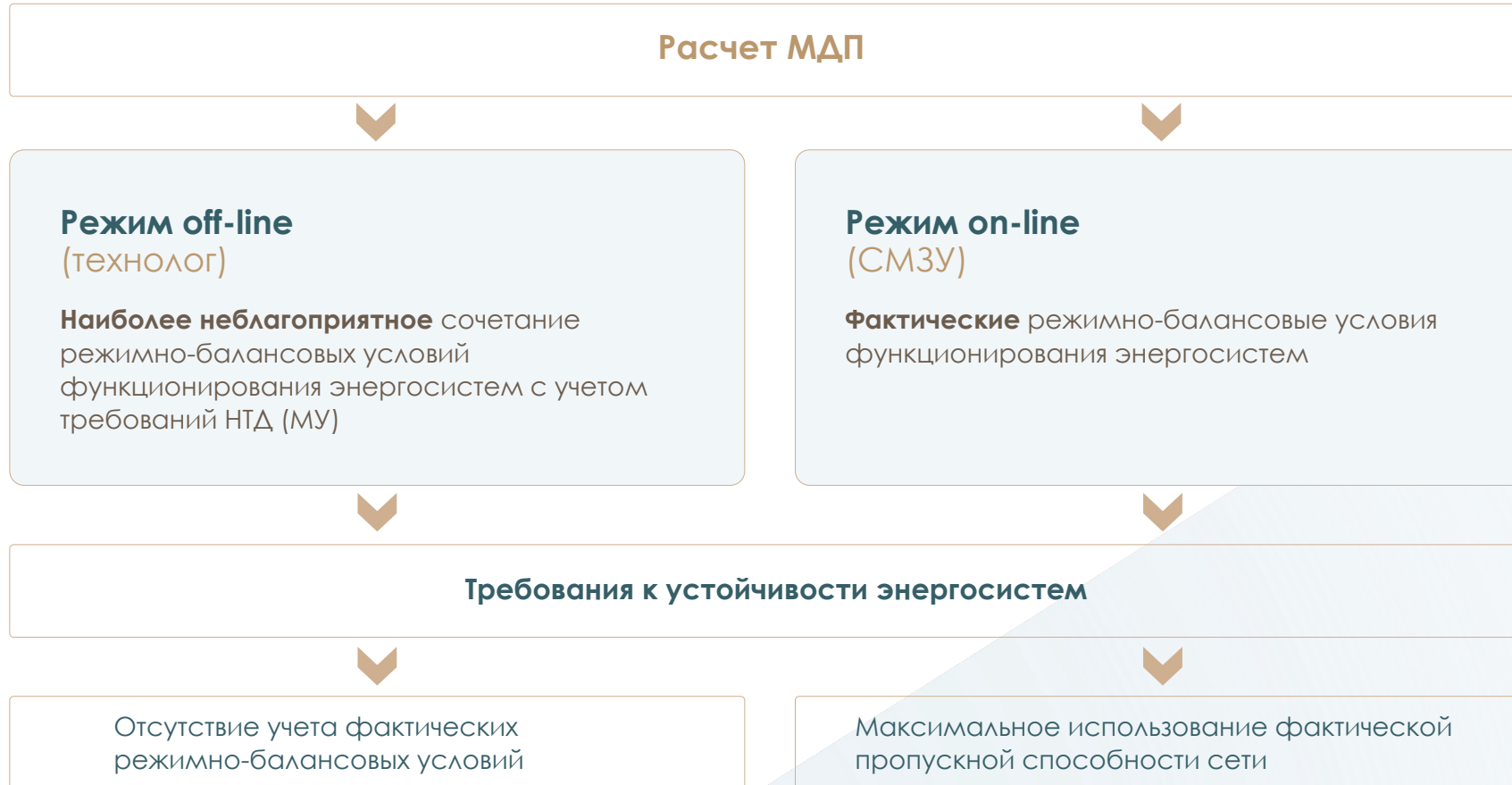


Требования к устойчивости. Критерии определения МДП – 2.

№	Критерий	Норматив
1	Обеспечение нормативного коэффициента запаса статической апериодической устойчивости по активной мощности в контролируемом сечении в нормальной (ремонтной) схеме	20 %
2	Обеспечение нормативного коэффициента запаса статической устойчивости по напряжению в узлах нагрузки в нормальной (ремонтной) схеме	15 %
3	Обеспечение нормативного коэффициента запаса статической апериодической устойчивости по активной мощности в контролируемом сечении в послеаварийных режимах при нормативных возмущениях	8 %
4	Обеспечение нормативного коэффициента запаса статической устойчивости по напряжению в узлах нагрузки в послеаварийных режимах при нормативных возмущениях	10 %
5	Отсутствие нарушения динамической устойчивости при нормативных возмущениях	
6	Обеспечение допустимых токовых нагрузок линий электропередачи и электросетевого оборудования: ✓ длительно допустимых – в нормальной (ремонтной) схеме; ✓ аварийно допустимых (на время 20 минут) – в послеаварийных режимах при нормативных возмущениях.	



Необходимость применения технологии СМЗУ



СМЗУ позволяет осуществлять управление электроэнергетическим режимом с максимальным использованием пропускной способности сети в текущих схемно-режимных и режимно-балансовых условиях функционирования энергосистемы

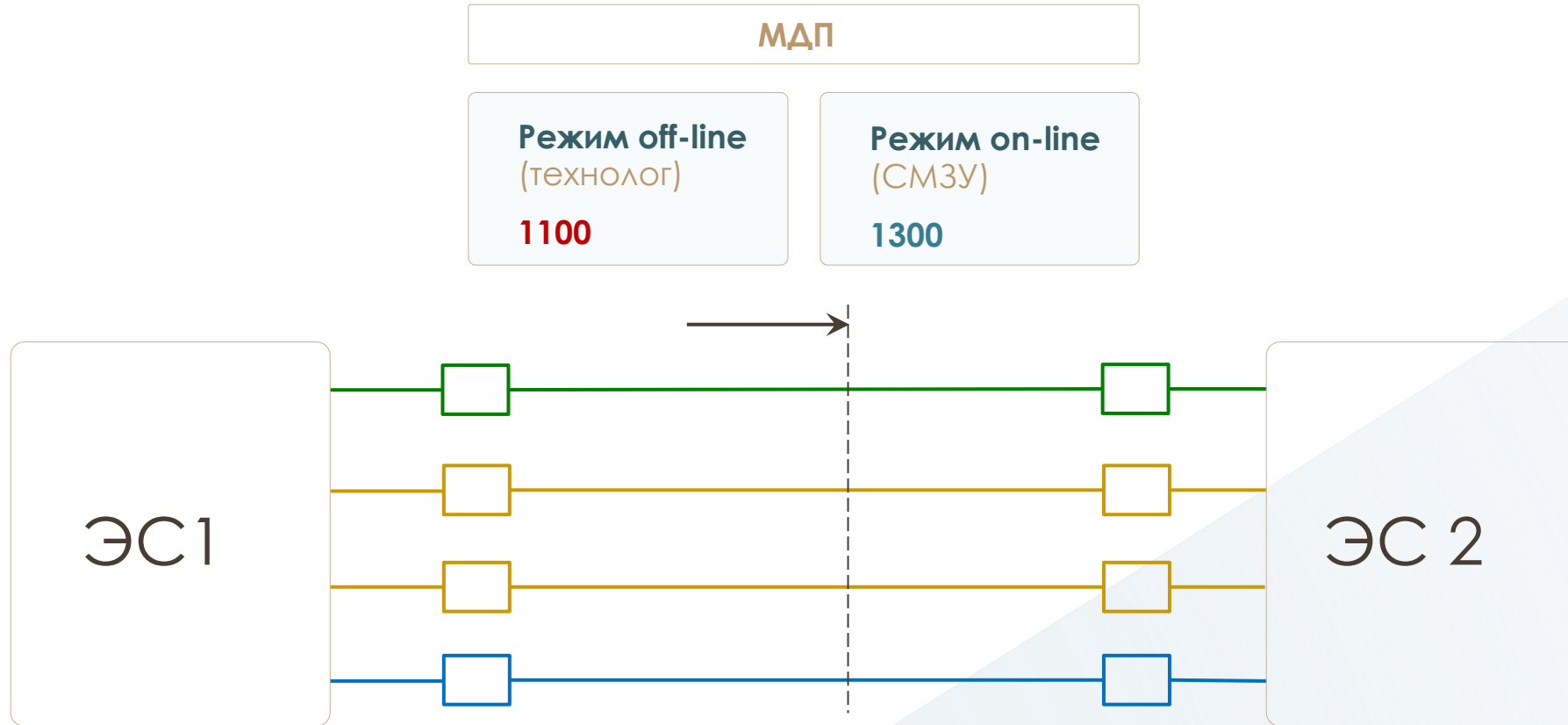


Система мониторинга запасов устойчивости





Необходимость применения технологии СМЗУ



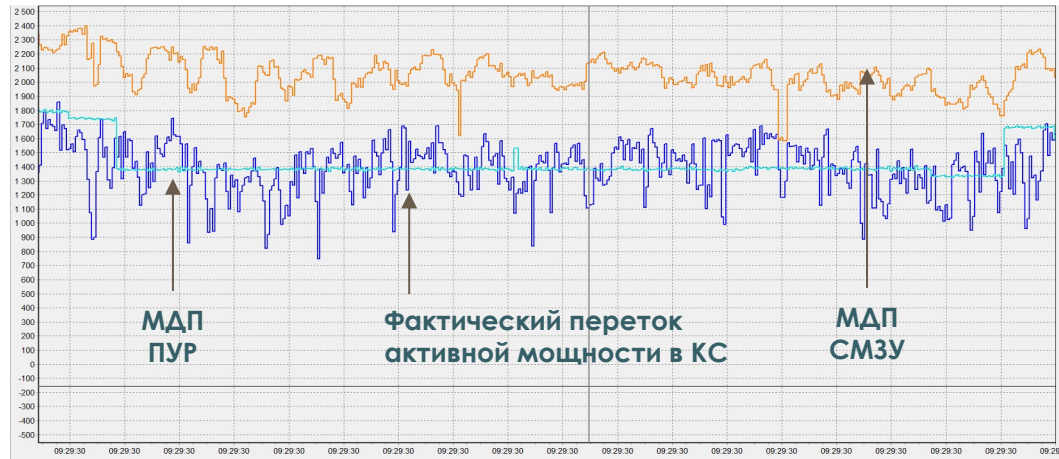
Влияющие на величину МДП факторы:

- Уровни напряжений в прилегающей сети
- Состав и режим работы ГО, СКРМ
- Топология электрической сети



Технический эффект применения СМЗУ при управлении электроэнергетическим режимом

ОЭС Сибири. КС «Назаровское»



ОЭС Юга. КС «Восток»



Максимальная эффективность СМЗУ

по увеличению использования
пропускной способности КС **800 МВт**

Максимальная эффективность СМЗУ

по увеличению использования
пропускной способности КС **500 МВт**

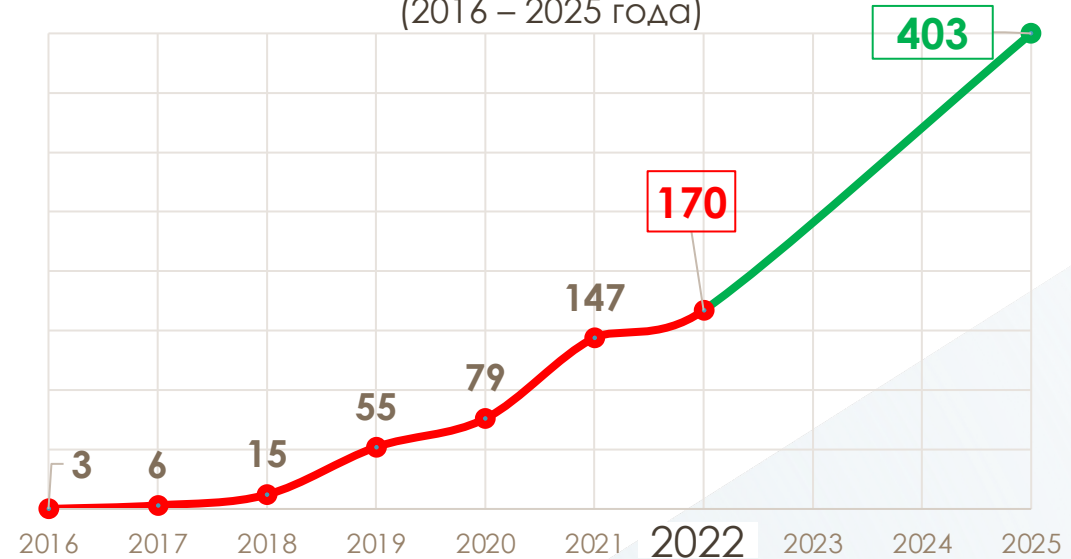


Развитие технологии системы мониторинга запасов устойчивости (СМЗУ)

СМЗУ для управления режимом внедрена в **31** ДЦ для **170** КС

Перспективы внедрения:
СМЗУ внедрена в **37** ДЦ для **403** КС
(2025 год)

Динамика увеличения КС с СМЗУ
(2016 – 2025 года)



Преимущества технологии:

Повышение степени использования пропускной способности электрической сети (в среднем до 10-20%)

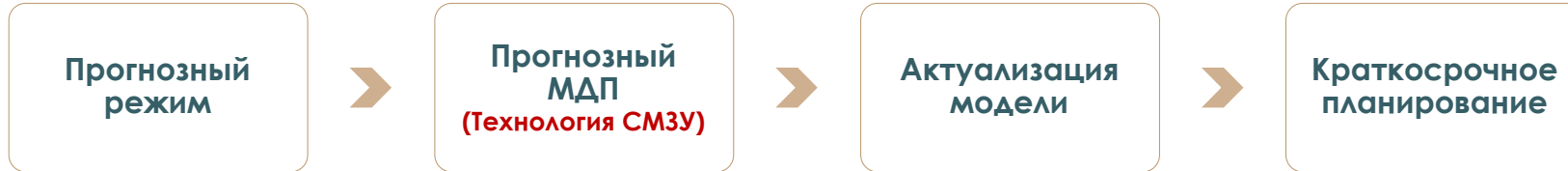
Не требуется разработка режимных указаний в сложных схемно-режимных условиях

Существенное упрощение подходов к формированию диспетчерской документации

Использование технологии СМЗУ для планирования обеспечивает более полное использование пропускной способности КС на стадии планирования

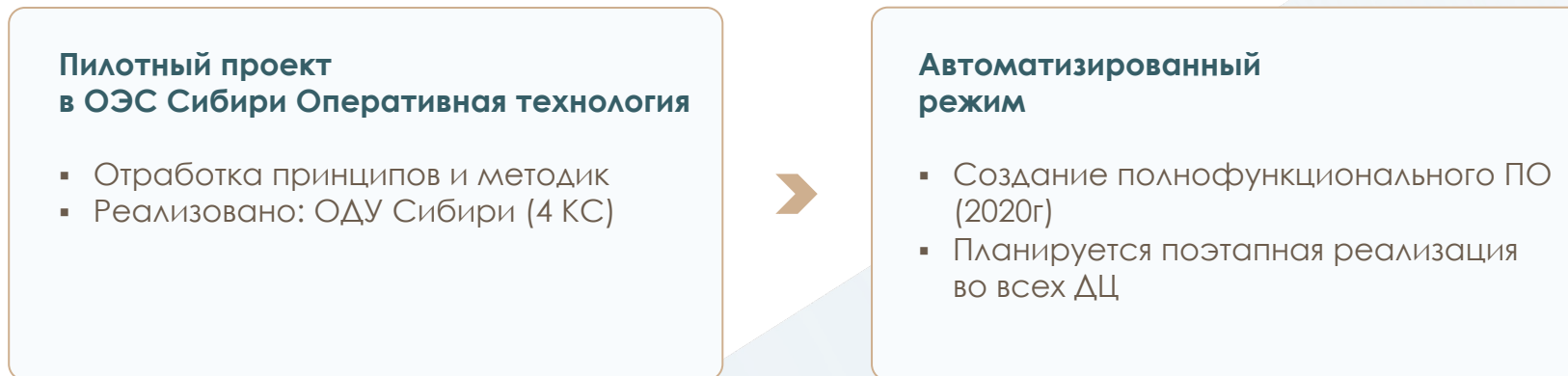


Технология СМЗУ в задачах краткосрочного планирования



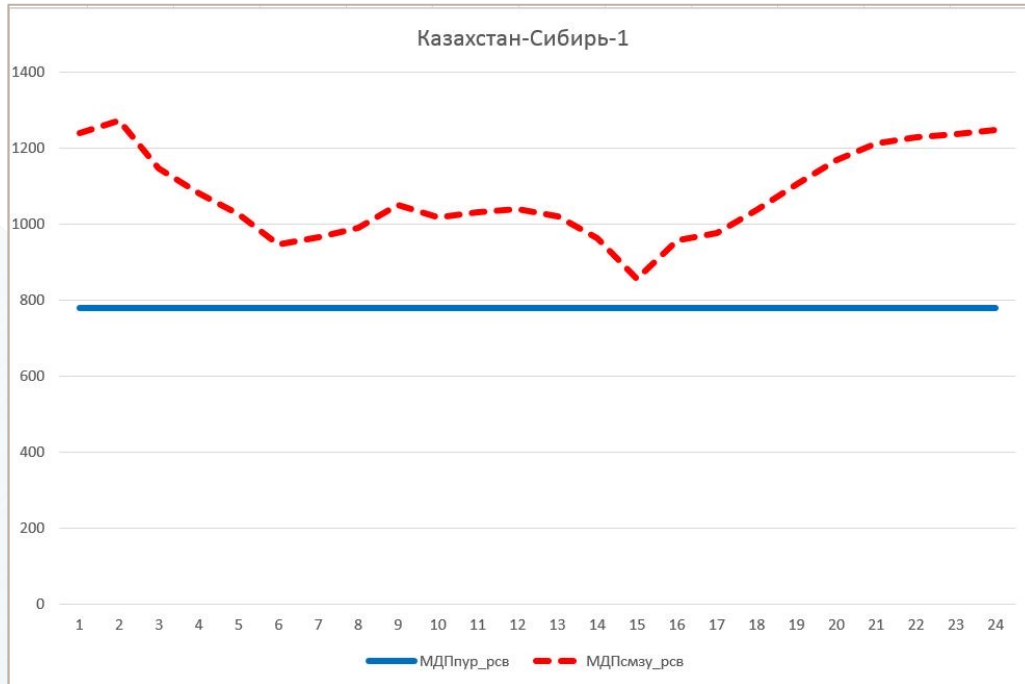
Определение сетевых ограничений для прогнозируемых схемно-режимных и режимно-балансовых условий функционирования энергосистем:

- повышение точности планирования
- оптимизация режима работы генерирующего оборудования



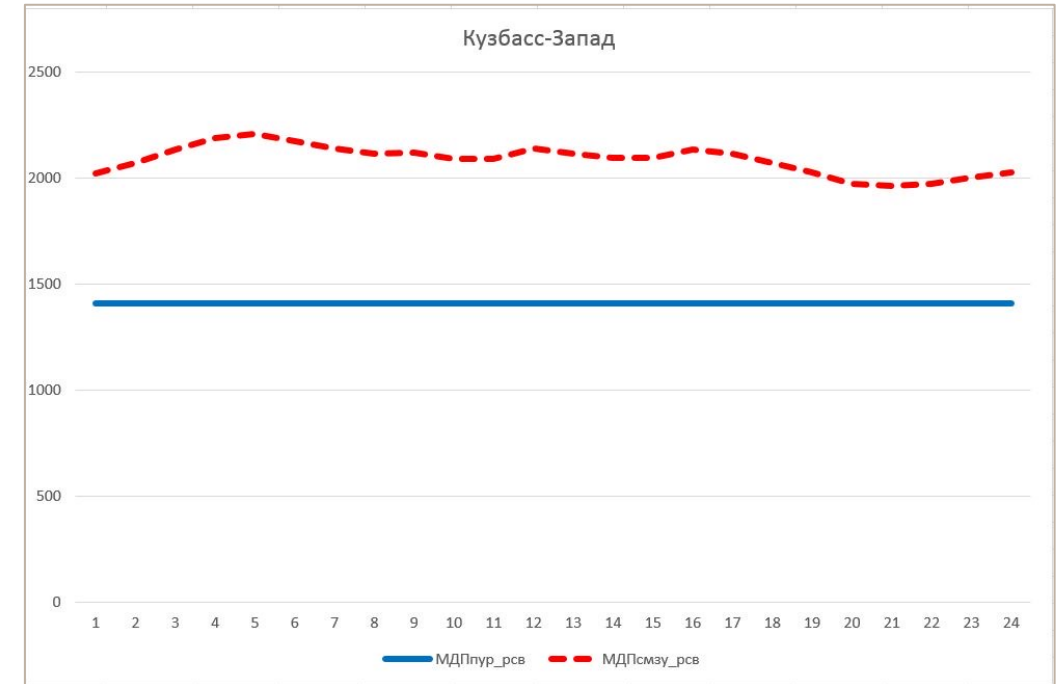


Эффективность применения технологии СМЗУ в задачах краткосрочного планирования



Эффективность СМЗУ:

увеличение степени использования
пропускной способности КС – **400 МВт**



Эффективность СМЗУ:

увеличение степени использования
пропускной способности КС – **700 МВт**



Задача АРПМ – отключение генераторов или нагрузок при передаче по ЛЭП активной мощности P , превышающей допустимую.



Сейчас уставка по мощности АРПМ выбирается по наименьшему АДП, то есть исходя из **худшей** ситуации



В итоге в большинстве ситуаций АРПМ будет работать **излишне**, когда реальное значение АДП ещё не достигнуто (запас по P больше 8%)



Это ограничивает эффективность СМЗУ, т.к. цель СМЗУ – увеличить значение МДП, а уставка АРПМ остаётся неизменной и может сработать при **любом** отключении ЛЭП



Для решения проблемы предлагается совместное использование СМЗУ с устройством АРПМ



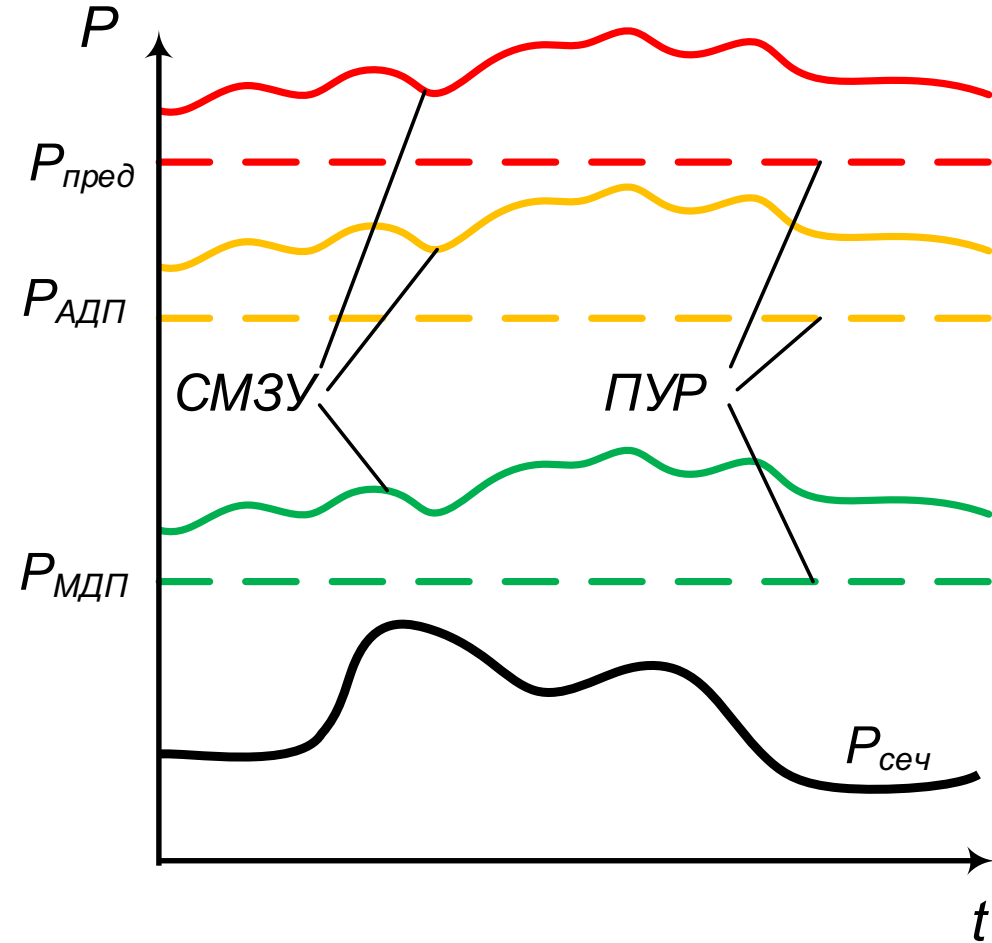
Сейчас СМЗУ на основании текущего режима работы ЭС рассчитывает МДП



Предлагается добавить в расчёт СМЗУ уставку АРПМ для текущего режима



Целью данной работы является разработка и тестирование системы координации АРПМ и СМЗУ





Научно-технический центр
Единой энергетической системы

Спасибо за внимание!

АО «Научно-технический центр
Единой энергетической системы»

Россия, 194223, г. Санкт-Петербург,
ул. Курчатова, д. 1, лит. А.

+7 (812) 297-54-10, доб. 272;
+7 (812) 552-62-23 (факс);
ntc@ntcees.ru.

Лисицын Андрей Андреевич

Директор по противоаварийной автоматике,
системам управления и релейной защиты

lisitsyn_a@ntcees.ru

Россия, 109074, г. Москва,
Китайгородский проезд, д. 7, стр. 3.

+7 (499) 788-15-88

