



СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

ОДУ СИБИРИ, Г. КЕМЕРОВО

ЭФФЕКТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СМЗУ НА ЭТАПАХ КРАТКОСРОЧНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ВСВГО И ПДГ В ОЭС СИБИРИ

Научно-практическая конференция по теме «Планирование и управление электроэнергетическими системами», посвященная основателю ОДУ В. Н. Ясникову Кемерово, 2023

Блаженкова Мария Ивановна
Денисенко Е. И., Политов Е. А.



ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕТЕВЫХ
ОГРАНИЧЕНИЙ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СМЗУ



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМЗУ В ОЭС СИБИРИ

- При управлении режимом – с 2018 года;
- При краткосрочном планировании:
 - На этапе ПДГ – с 2018 года;
 - На этапе ВСВГО – с 2022 года.
- При среднесрочном планировании – в процессе формирования графиков ремонта электроэнергетического и сетевого оборудования.

ВСВГО
X-2,3,4

ПЭР
X-2

ПДГ, ППБР
X-1

ПБР
X

Оперативное
управление
режимом

ВСВГО – выбор состава генерирующего оборудования;

ПЭР – предварительный электроэнергетический режим;

ПДГ – прогнозный диспетчерский график;

ППБР – предварительный план балансирующего рынка;

ПБР – план балансирующего рынка.



ОРГАНИЗАЦИЯ РАСЧЁТА МДП СМЗУ ПРИ КРАТКОСРОЧНОМ ПЛАНИРОВАНИИ В ОДУ СИБИРИ

ВСВГО

**ГРОМ
ЛСА ОДУ Сибири**

Статистический метод

ПДГ

Барс-МДП

Формирование
электроэнергетических
режимов, являющихся
аналогом оцененного
режима в СМЗУ

ПБР

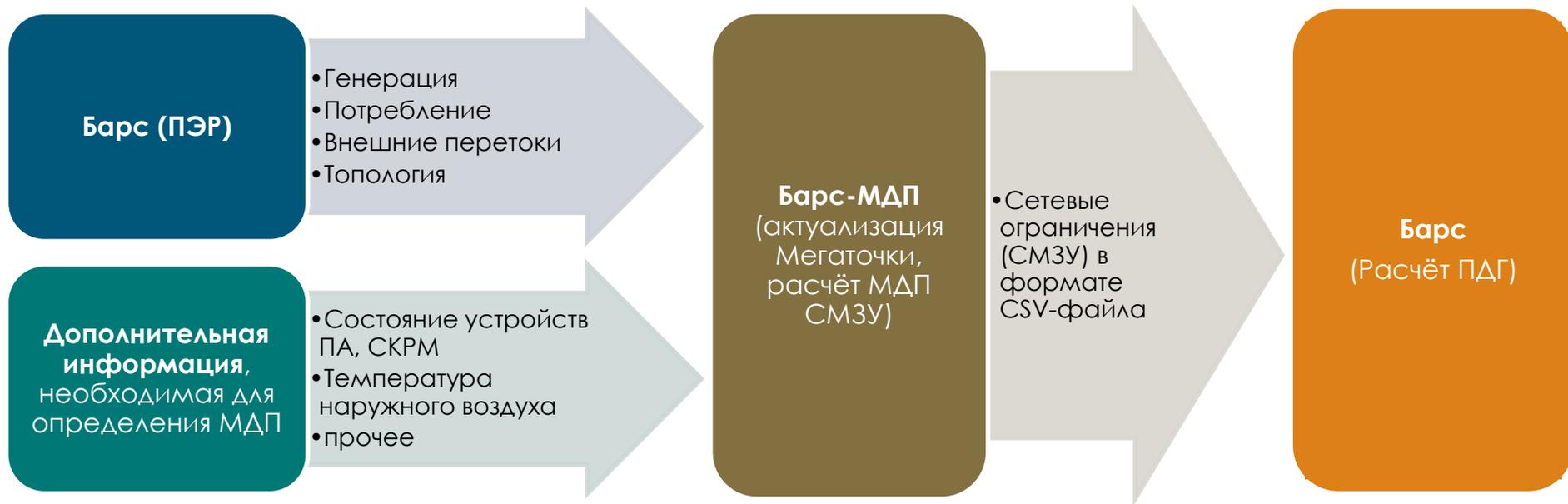
**ГРОМ
ЛСА ОДУ Сибири**

По изменению
топологии или влияющих
факторов



➤ ПО Барс-МДП представляет собой модификацию существующей версии Барс.

- Барс: **1200** узлов, **2171** ветвей
- Барс-МДП: **1924** узлов, **3136** ветвей



➤ Погрешность определения МДП СМЗУ на этапе ПДГ **3-6 %**, длительность расчёта 90 мин.



- ГРОМ предназначен для автоматизации формирования режимных указаний к диспетчерским заявкам, расчёта величины МДП по ПУР, **расчёта МДП СМЗУ статистическим методом для задач краткосрочного планирования** и задачи составления графика ремонтов (включая рекомендации по корректировке графика).

Информация для расчёта МДП

- Влияющие факторы (Modest, ручной ввод)
- Топология (СІМ ЗРП, ручной ввод)
- Температура наружного воздуха
- Управляющие воздействия и небалансы
- прочее

ГРОМ (расчёт МДП по ПУР)

- Выбор нормальных/ремонтных/альтернативных схем

ГРОМ (Расчёт МДП СМЗУ статистическим методом)

- Погрешность определения МДП СМЗУ на этапе ВСВГО **4-9 %**, длительность расчёта 10 мин.



➤ Глубина архива – не менее трёх лет.

➤ Расчёт МДП:
$$\max \left\{ \begin{array}{l} \text{МДП}_{\text{пур}}_{\text{план}} + 0,95 \cdot (\text{МДП}_{\text{смзу}}_{\text{хар}} - \text{МДП}_{\text{пур}}_{\text{хар}}) \\ \text{МДП}_{\text{пур}}_{\text{план}} \end{array} \right.$$

Исходные данные		Результаты расчёта		03.10.2023																								Конеч ремонта			
Сечение	Акцепт	№Сеч / №ДЗ	Начало ремонта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
Братск - Красноярск (На запад)	<input type="checkbox"/>	13	Ртах МДП	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750				
		МДП СМЗУ ВСВГО		1872	1901	1945	1913	1895	1919	1947	2542	2461	2501	2471	2510	2422	2483	2517	1864	1875	2684	2510	2559	2685	2308	2485	2115				
		Использование ПА		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Значение за 20.11.2022 8 час МДП КПОС: 1700 МДП СМЗУ: 2587 МДП СМЗУ ВСВГО: Max{1700; 1700 + 0.95 * (2587 - 1700)}										<input checked="" type="checkbox"/>										
		18502	04.10.2023 00:01																									ВЛ	10.10.2023 24:00		
		18632	01.10.2023 00:00	ВЛ 500 кВ Братский ПП – Ново-Зиминская (ВЛ-560)																									03.10.2023 17:00		
		18474, 18459	03.10.2023 18:00																										14.10.2023 19:01		
			23.03.2022 00:00	УДВР Братской ГЭС (АРОЛ-571, АРОЛ-572, КПр УИГЭС)																									31.12.2023 23:59		
		Количество ГА на Богучанской		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8				
		Рнб_КЛЮЧИ		280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280				
		Рнб_макс_СШ_БГЭС		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500				
		РОГ_1_Бр_Кр		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000				
		Рог_АРПН_Бр_Кр		400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400				

➤ Для каждого планируемого часа осуществляется поиск характерных суток.

➤ Предусмотрена возможность выбора альтернативных схем, если характерные сутки не были найдены.

A decorative vertical bar on the left side of the slide, featuring a dark blue background with a network of lighter blue lines forming a complex geometric pattern of triangles and polygons.

АНАЛИЗ ТЕХНИКО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ВНЕДРЕНИЯ СМЗУ НА ЭТАПАХ КРАТКОСРОЧНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ВСВГО И ПДГ



ПРИРОСТ МДП С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ СМЗУ ОТНОСИТЕЛЬНО МДП СОГЛАСНО ПУР

Контролируемое сечение	На этапе ПДГ, МВт	На этапе ВСВГО, МВт
Казахстан – Сибирь 1 на Урал	+398	+317
Кузбасс – Запад	+723	+661
Назаровское на запад	+373	+285
Камала – Красноярская на запад	+803	+776
Тайшет, Ангара – Запад	+561	+549
Братск – Иркутск	+280	Не используется



СНИЖЕНИЕ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ ВСВГО ДЛЯ МОДЕЛЬНЫХ РАСЧЁТОВ

- Проведен ряд модельных расчётов ВСВГО ЕЭС России в ремонтных схемах ОЭС Сибири с учётом МДП при использовании технологии СМЗУ и при МДП в соответствии с ПУР.

Значения целевой функции	
Стоимость работы	: +29 810 875 722.05
Стоимость пусков	: +2 257 019 873.00
Стоимость остановов	: +106.00
Стоимость штрафов	: +356 425 824.56
Служебные переменные	: +185 476.90
Итого	: +32 424 507 002.51
Стоимости пусков и остановов указаны с учётом штрафных коэффициентов	

МДП ВСВГО согласно ПУР

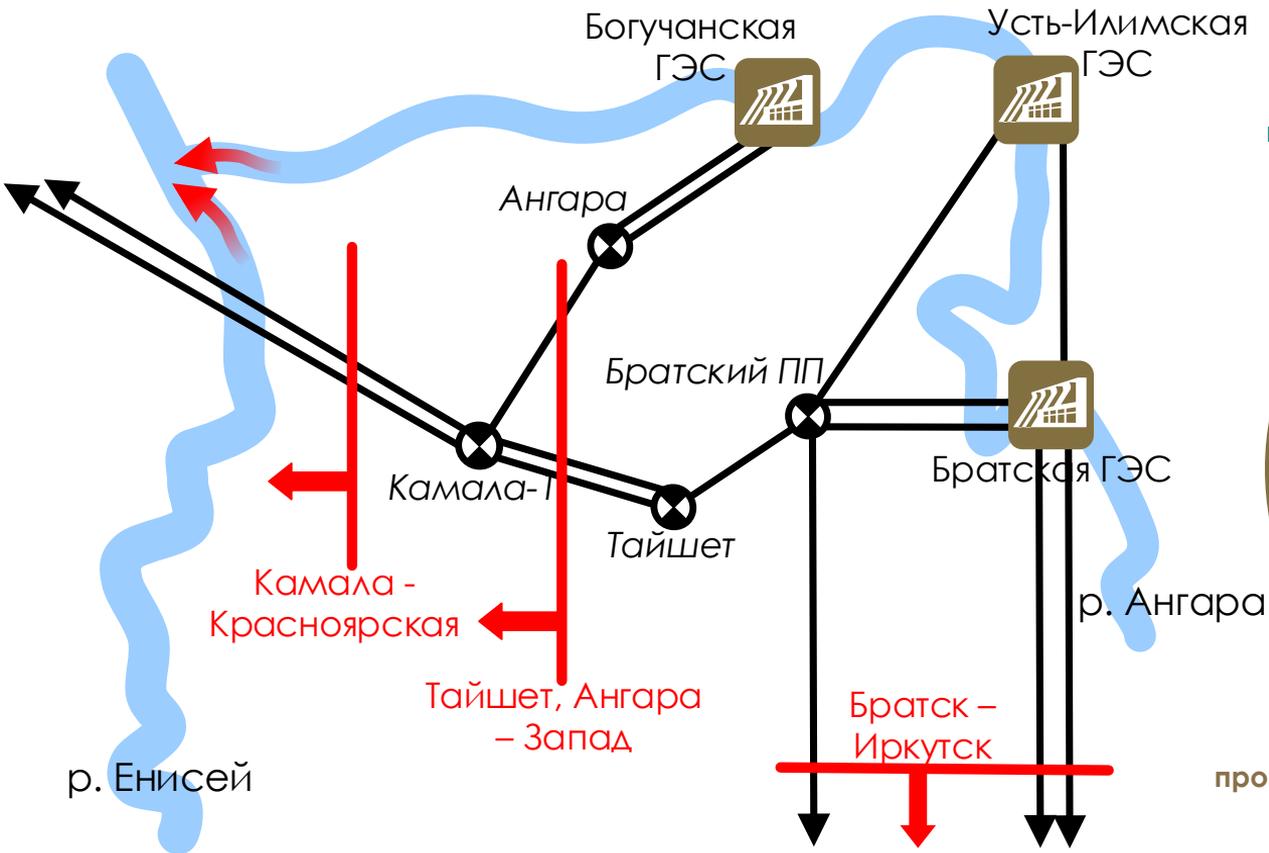
Значения целевой функции	
Стоимость работы	: +29 379 019 769.23
Стоимость пусков	: +2 051 905 258.20
Стоимость остановов	: +89.00
Стоимость штрафов	: +379 520 580.38
Служебные переменные	: +188 083.17
Итого	: +31 810 633 779.98
Стоимости пусков и остановов указаны с учётом штрафных коэффициентов	

МДП ВСВГО с учётом технологии СМЗУ

- Разница целевой функции для модельного расчёта ВСВГО ЕЭС России 27-29 марта 2023 года составила более **613 млн. руб.** (около 2% от общего значения).

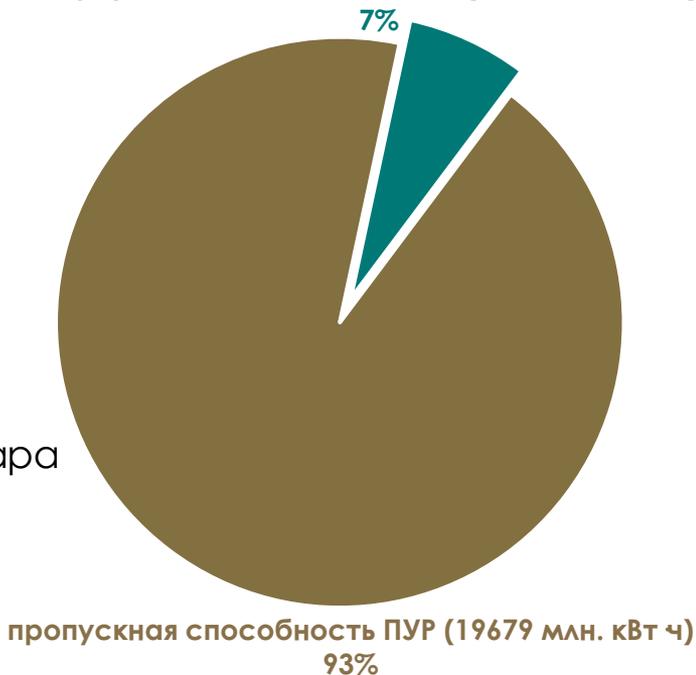


СРАБОТКА ГЭС АНГАРСКОГО КАСКАДА



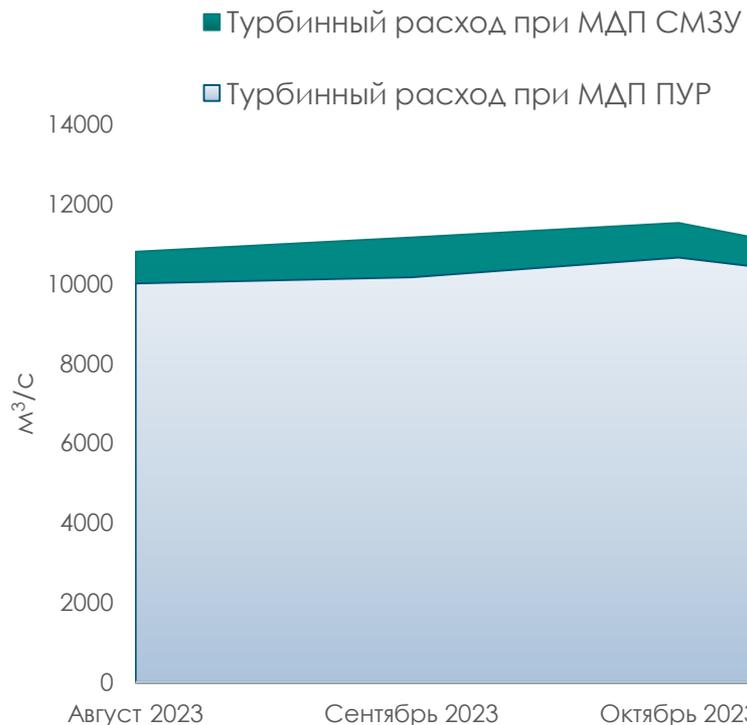
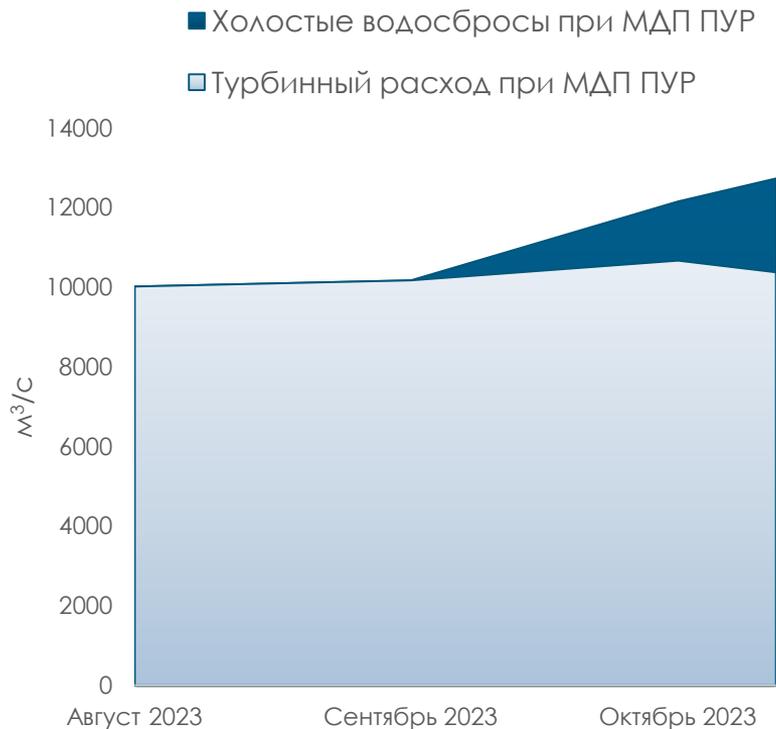
Выработка Ангарского каскада
июль-октябрь, млн. кВт·ч

прирост МДП за счёт СМЗУ (1458 млн. кВт·ч)





СРАБОТКА КРУПНЕЙШИХ ГЭС АНГАРСКОГО КАСКАДА ИЮЛЬ-ОКТЯБРЬ



Использование СМЗУ позволило **избежать открытия холостых водосбросов** с сентября 2023 г. на крупнейших ГЭС Ангарского каскада.

ВЫВОДЫ





- Для задачи планирования сетевых ограничений с учётом СМЗУ в ПДГ был разработан **Барс-МДП**, на этапе ВСВГО – **ПО ГРОМ (ЛСА ОДУ Сибири)**.
- Несоответствие плановых значений МДП СМЗУ фактическим значениям МДП ОИК находятся в пределах 4-9 % для ВСВГО (время расчёта 10 минут) и 3-6% для ПДГ (время расчёта 90 минут) в зависимости от сечения.
- Использование СМЗУ в некоторых случаях позволяет достичь двукратного прироста МДП относительно рассчитанного по ПУР.
- Модельные расчёты ВСВГО ЕЭС России в ремонтных схемах показали снижение значений целевой функции ВСВГО на 1,5..2%.
- Повышение пропускной способности сети за счёт использования технологии СМЗУ при краткосрочном планировании позволило **избежать открытия холостых водосбросов** с сентября 2023 г. на крупнейших ГЭС Ангарского каскада.



СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

ОДУ СИБИРИ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

www.so-ups.ru
Официальный
сайт



https://t.me/so_ups_official
Официальный
телеграмм-канал



Блаженкова Мария Ивановна
Ведущий специалист ССР



КС «КАМАЛА-КРАСНОЯРСКАЯ НА ЗАПАД», ФЕВРАЛЬ 2023

