



Технологии,
которые работают.

Докладчик: Михальченко

Юлия Романовна

Организация: Новосибирский
государственный технический
университет

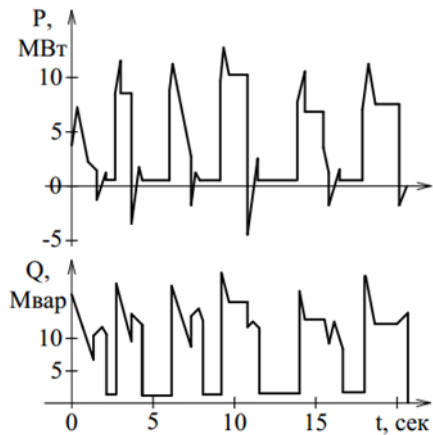
Руководитель: Зырянов В.М.,
К.Т.Н., С.Н.С.

XVI Научно-практическая конференция
«Планирование и управление
электроэнергетическими системами» имени
В.Н. Ясникова

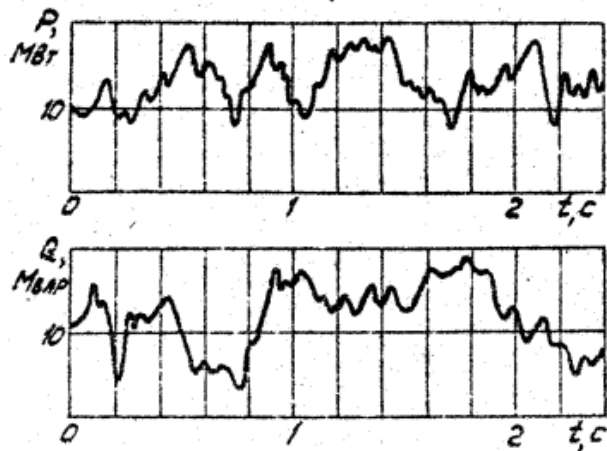
**Применение системы
накопления энергии для
стабилизации частоты и
напряжения в автономных
энергосистемах промышленных
предприятий с резкопеременной
нагрузкой**

Новосибирск, 7 – 8 октября 2025 г.

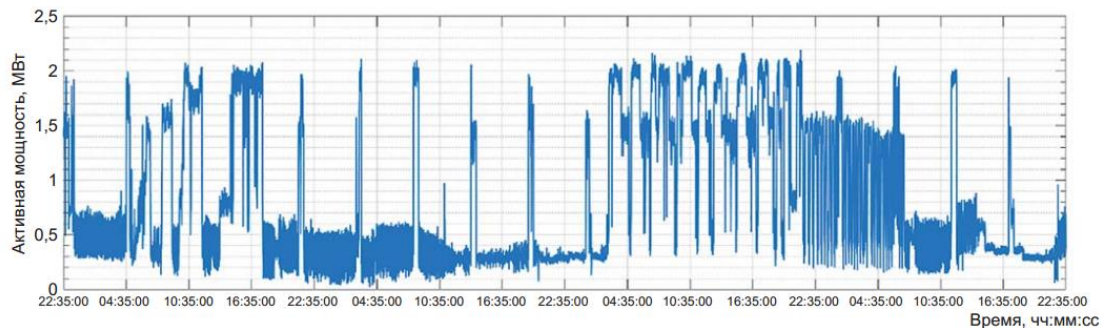
Примеры графиков резкопеременной нагрузки



Графики P и Q
прокатного стана



Графики P и Q
дуговой
сталеплавильной
печи



Нагрузочная диаграмма буровой
установки БУ4500/270 ЭК-БМ

Проблема



Появление частых ударных изменений частоты и резких изменений напряжения в автономных энергосистемах с резкопеременной нагрузкой.

Причины



Работа генераторного агрегата на резкопеременную нагрузку при соизмеримости мощностей генерации и отдельных электроприёмников потребителей.



Инерционность АРС и АРВ традиционных генераторных агрегатов.

Последствия работы ГА на резкопеременную нагрузку



Ускоренный износ генераторных агрегатов и «вращающейся» нагрузки потребителей из-за больших знакопеременных скручивающих моментов на валопроводах.



Увеличение количества аварий на генераторных агрегатах из-за явления электромеханического резонанса.

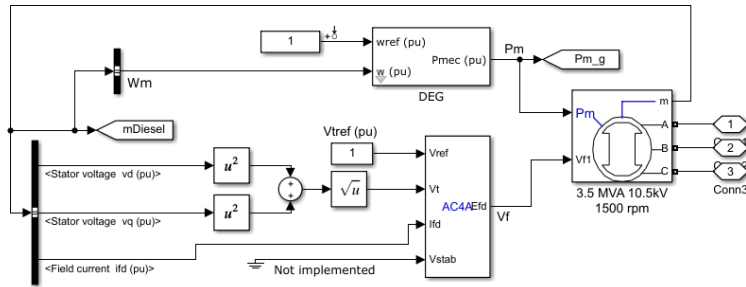


Нарушение устойчивости двигательной нагрузки.

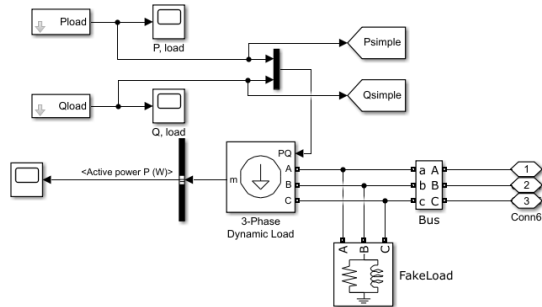


Увеличение расходов на топливо, ремонт и обслуживание оборудования, сокращение межремонтного периода.

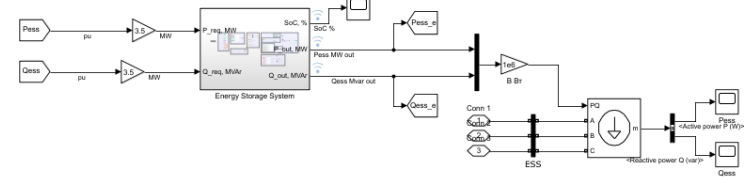
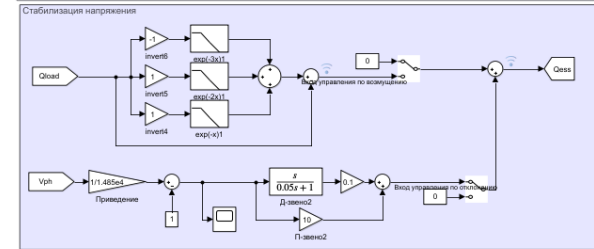
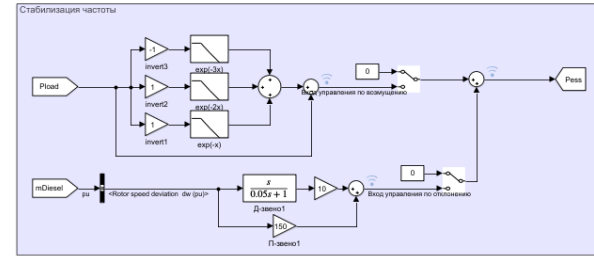
Модель исследуемой системы в ПВК MATLAB Simulink



Модель ДГУ

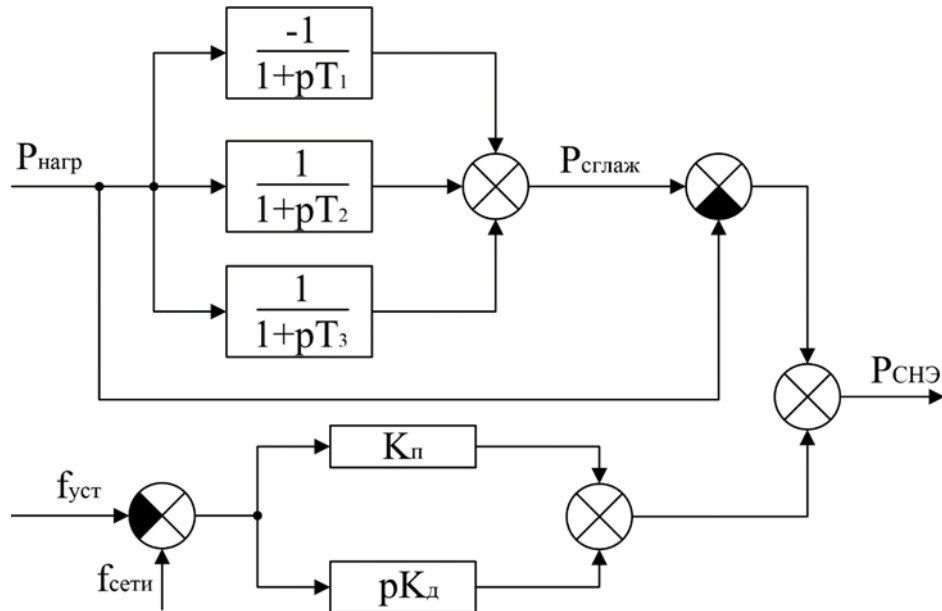


Модель резкопеременной нагрузки



Модель СНЭ

Структурная схема комбинированного алгоритма стабилизации частоты

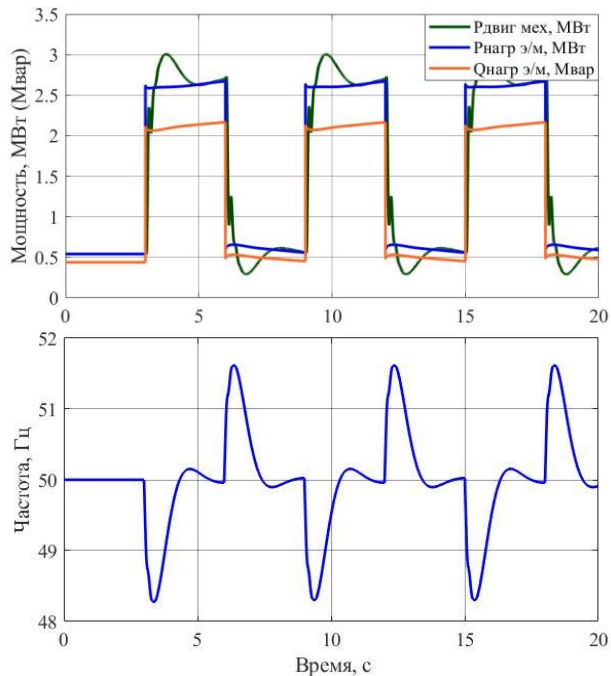


В работе принято: $T_1 = 1,5 \text{ с}$, $T_2 = T_3 = 3 \text{ с}$,
 $K_{\text{п}} = 150$, $K_{\text{д}} = 10$.

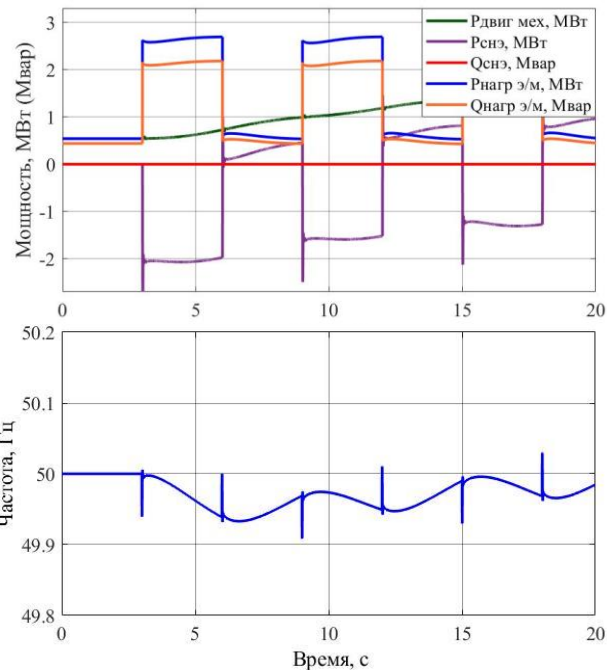
Функция $P_{\text{сглаж}}(t)$ должна удовлетворять условиям:

- ✓ Выполняются равенства $\frac{P_{\text{сглаж}}(0)}{P_{\text{нагр}}(0)} = 1$ и $\frac{dP_{\text{сглаж}}(0)}{dt} = 0$;
- ✓ Функция монотонно убывает при $t \in (0; +\infty)$;
- ✓ Значение функции стремится к нулю при $t \rightarrow +\infty$.

Результаты моделирования при использовании СНЭ для стабилизации частоты

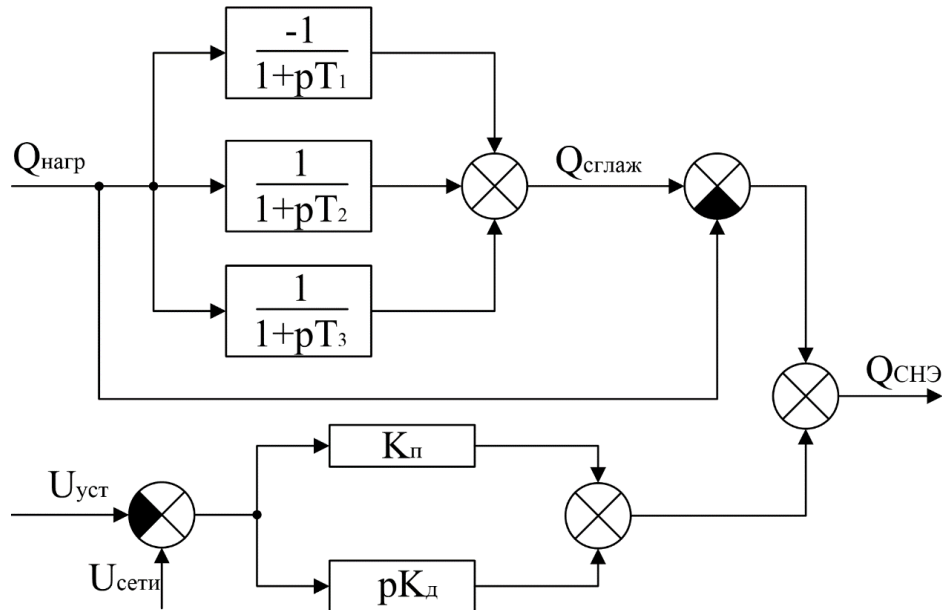


При использовании только APC и APB



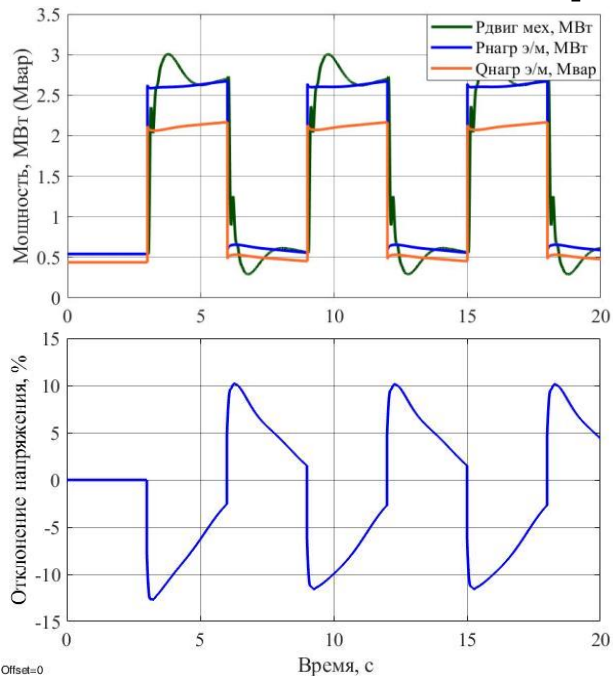
При использовании APC, APB и СНЭ

Структурная схема комбинированного алгоритма стабилизации напряжения

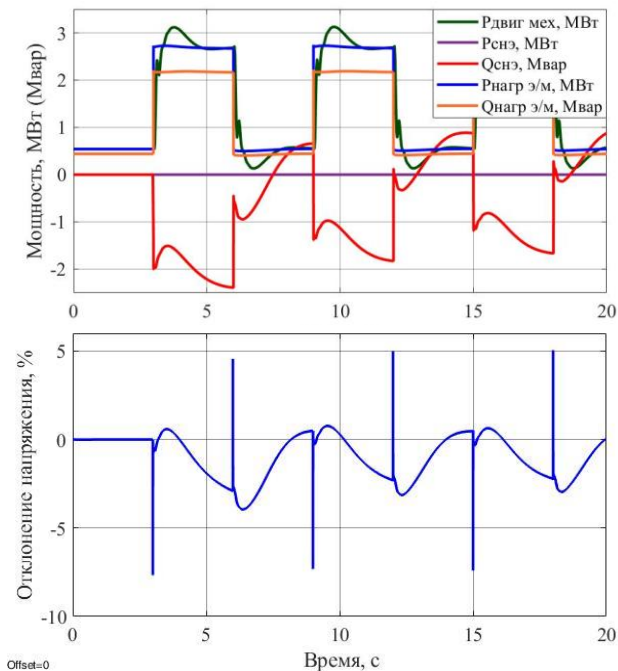


В работе принято: $T_1 = 2,5$ с, $T_2 = T_3 = 5$ с, $K_{\text{п}} = 10$, $K_{\text{д}} = 0,1$.

Результаты моделирования при использовании СНЭ для стабилизации напряжения

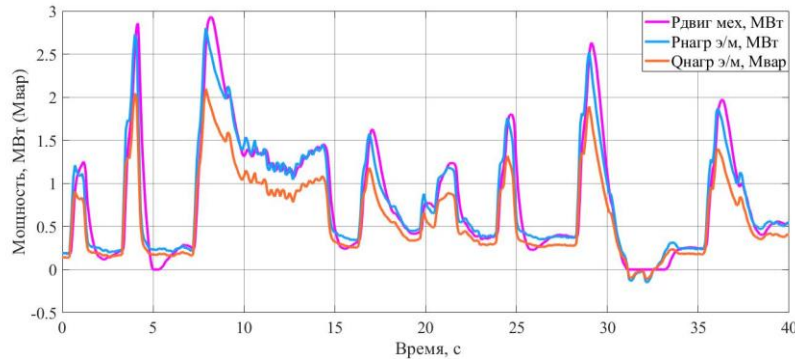
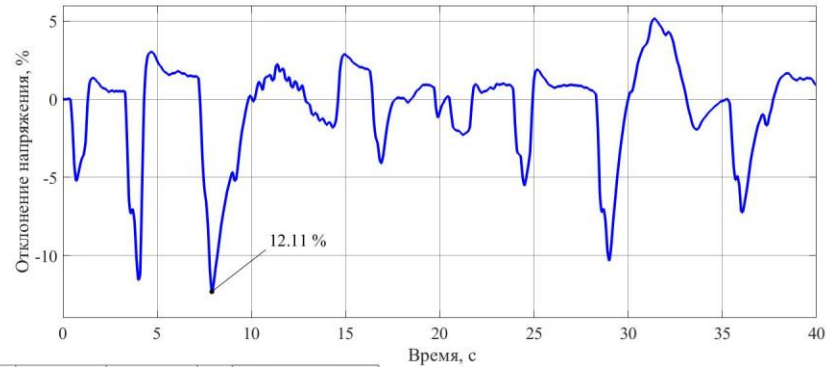
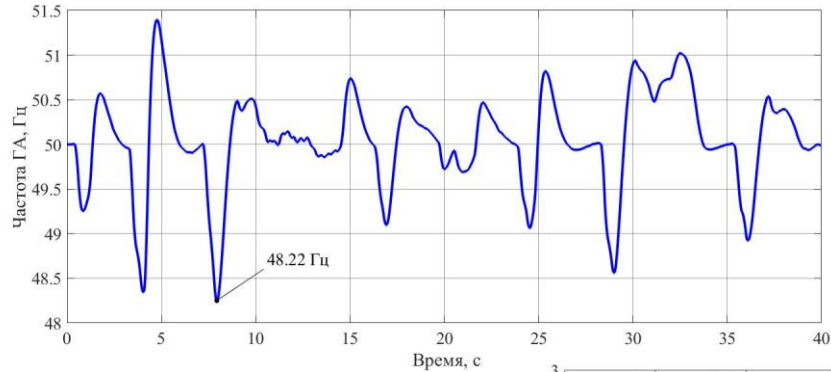


При использовании только APC и APB

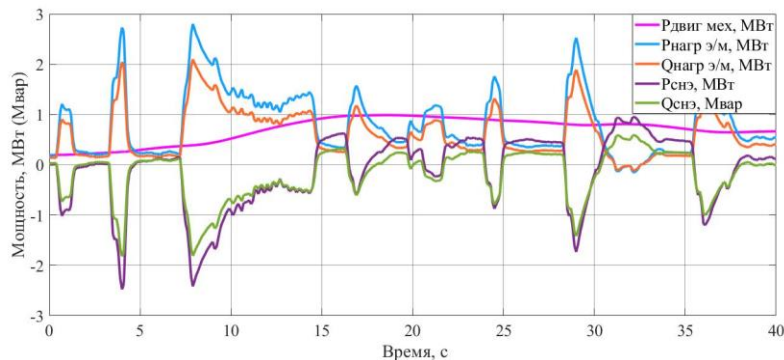
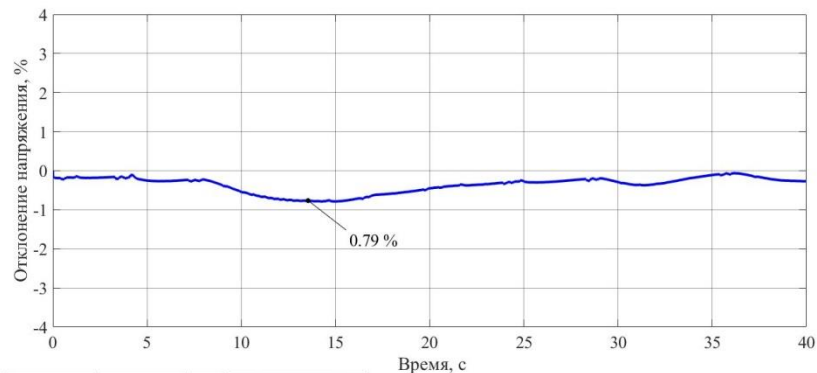
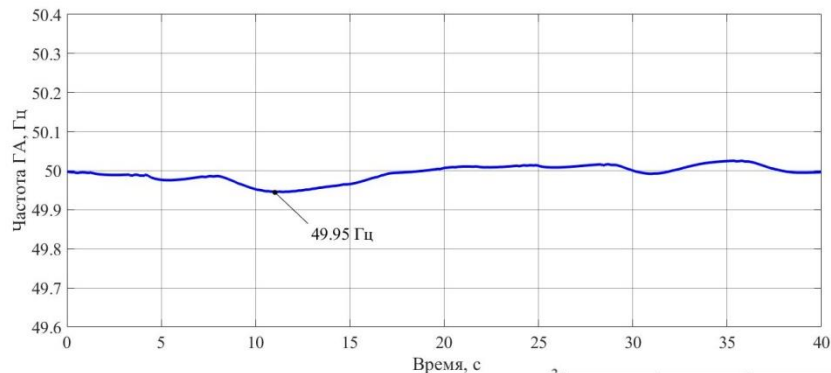


При использовании APC, APB и СНЭ

Результаты моделирования при использовании графика резкопеременной нагрузки (в работе только штатные АРС и АРВ)



Результаты моделирования при использовании графика резкопеременной нагрузки (в работе АРС, АРВ и СНЭ с комбинированным алгоритмом управления)



Заключение

- ✓ Применение СНЭ для стабилизации режимных параметров позволяет минимизировать отклонения и ударные изменения частоты, а также отклонения и резкие изменения напряжения.
- ✓ Комбинированный алгоритм управления является самым эффективным, так как обеспечивает плавное изменение режимных параметров.

Режим работы системы	Δf_{max} , Гц	ΔU_{max} , %
Без СНЭ	1,78	12,11
Со СНЭ	0,05	0,79



Технологии,
которые работают.

Докладчик: Михальченко

Юлия Романовна

Организация: Новосибирский
государственный технический
университет

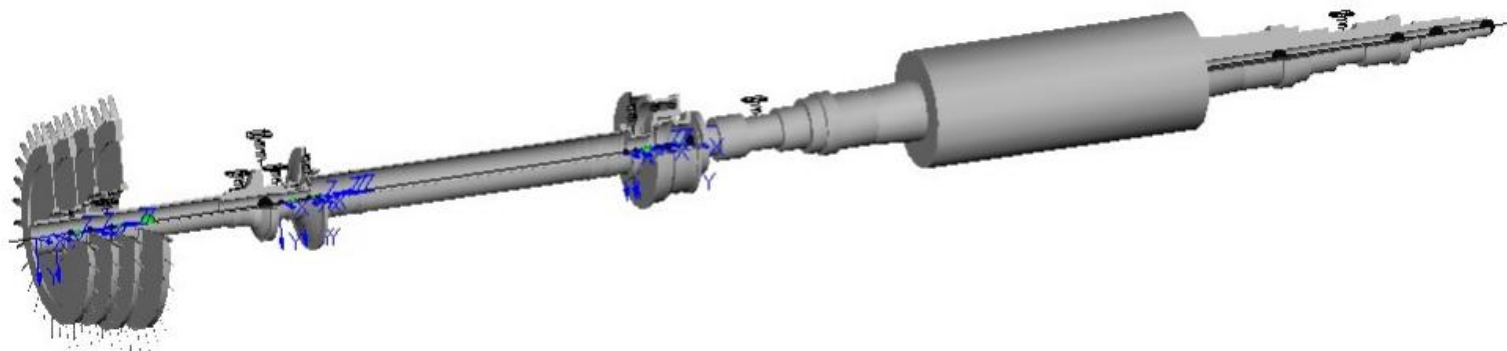
Руководитель: Зырянов В.М.,
К.Т.Н., С.Н.С.

XVI Научно-практическая конференция
«Планирование и управление
электроэнергетическими системами» имени
В.Н. Ясникова

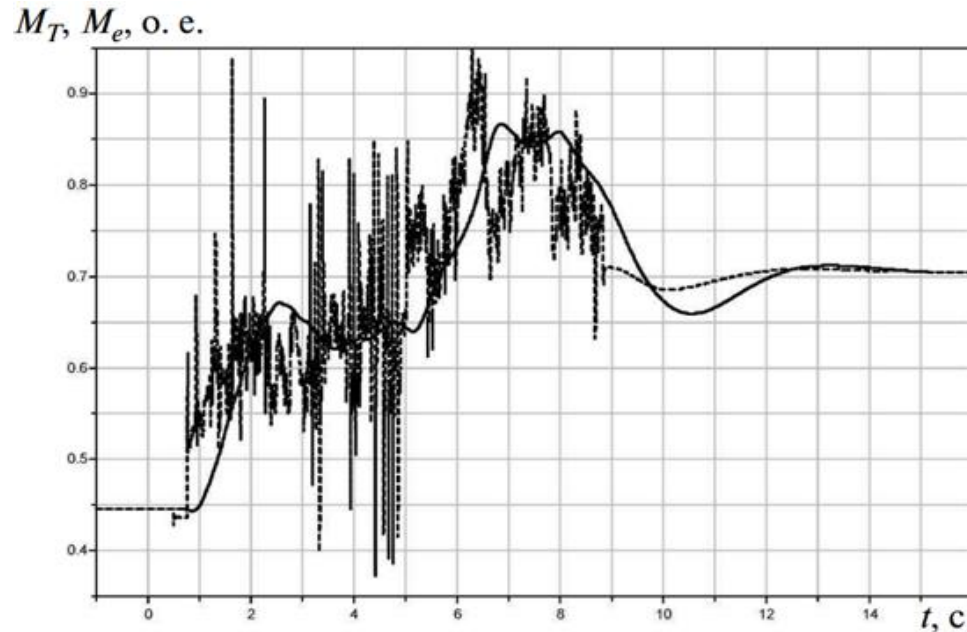
**Применение системы
накопления энергии для
стабилизации частоты и
напряжения в автономных
энергосистемах промышленных
предприятий с резкопеременной
нагрузкой**

Новосибирск, 7 – 8 октября 2025 г.

Модель роторной системы генераторного агрегата



Осциллограммы механического и электромагнитного момента синхронного генератора при работе дуговой сталеплавильной печи



Повреждения газотурбинного генераторного агрегата ГТГ-4 из-за вибрации при резкопеременной нагрузке



Пример PQ-диаграммы системы накопления энергии

